

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



553 215

(43) 国際公開日  
2004 年 11 月 25 日 (25.11.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/102565 A1

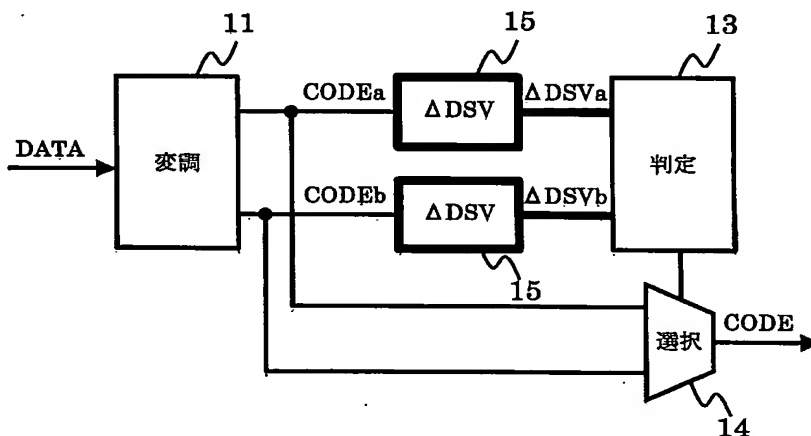
- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G11B 20/14, H03M 7/14, H04L 25/49
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003694
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 18 日 (18.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-134638 2003 年 5 月 13 日 (13.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藪野 寛之 (YABUNO, Hiroyuki). 出口 博紀 (DEGUCHI, Hiromori).
- (74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町2丁目5番7号 大阪丸紅ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

/続葉有/

(54) Title: DIGITAL MODULATION DEVICE AND DIGITAL MODULATION METHOD

(54) 発明の名称: デジタル変調装置およびデジタル変調方法

10A



11...MODULATION

13...JUDGMENT

14...SELECTION

(57) Abstract: There is provided a digital modulation device capable of generating a modulation code which can be correctly digitization-sliced upon reproduction. For this, in a digital modulation device (10A), a DSV conversion amount calculation device (15) calculates DSV change amounts ( $\Delta DSV_a$ ,  $\Delta DSV_b$ ) for the candidate modulation codes (CODEa, CODEb) generated by a modulation code generation device (11). A modulation code judgment device (13) compares the change amounts ( $\Delta DSV_a$ ,  $\Delta DSV_b$ ) and judges to select a candidate modulation code corresponding to a smaller absolute value as the modulation code (CODE). A modulation code selection device (14) selects the one judged by the modulation code judgment device (13) from the candidate modulation codes (CODEa, CODEb) and outputs the selected code as the modulation code (CODE) of source data (DATA).

(57) 要約: 再生時に正しく2値化スライスがなされるような変調コードを生成可能なデジタル変調装置を提供する。このために、デジタル変調装置 (10

/続葉有/

WO 2004/102565 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

A) において、DSV変化量算出器 (15) は、変調コード生成器 (11) によって生成された候補変調コード (CODE a, CODE b) についてのDSVの変化量 ( $\Delta DSV a$ ,  $\Delta DSV b$ ) を算出する。変調コード判定器 (13) は、変化量 ( $\Delta DSV a$ ,  $\Delta DSV b$ ) を比較し、その絶対値が小さい方に対応する候補変調コードを変調コード (CODE) として選択すべき判定を行う。そして、変調コード選択器 (14) は、候補変調コード (CODE a, CODE b) の中から変調コード判定器 (13) が判定したものを選択し、この選択したコードを、ソースデータ (DATA) についての変調コード (CODE) として出力する。

## 明 細 書

## デジタル変調装置およびデジタル変調方法

## 技術分野

本発明は、デジタル変調技術に関し、特に、ソースデータをランレングスが制限された変調コードに変換して記録媒体にデータ書き込みを行う情報記録装置や、伝送チャネルへ流す信号として当該変調コードを用いる通信装置（特に、送信装置）などに好適なデジタル変調技術に属する。

## 背景技術

記録媒体へのデータ記録の際にRLL（Run Length Limited）などのDC成分を抑制する必要のあるデジタル変調においては、変調後の信号が安定して再生できるように、信号のDC成分を抑える必要がある。図17は、信号記録が可能な光ディスク装置や、特に光通信を行う通信装置などとしての従来のデジタル変調装置の一構成を示す。従来のデジタル変調装置10は、ソースデータDATAを入力して変調コードCODE aおよびCODE bを生成する変調コード生成器11と、変調コードCODE aおよびCODE bをそれぞれ入力してDSV aおよびDSV bをそれぞれ算出する2個のDSV算出器12と、DSV aとDSV bとの大小比較を行い、選択すべき変調コードを判定する変調コード判定器13と、変調コード判定器13の判定結果に基づいて、コードCODE aおよびCODE bのいずれか一方を選択し、変調コードCODEとして出力する変調コード選択器14とを備えている。このように、従来のデジタル変調装置10では、2値化信号のDSV（Digital Sum Value）をDC成分の指標にして、常にDSVの絶対値が最小になるように複数の変調コードの中から最適な変調コードの選択を行っている。

DSVとは、伝送チャネルに流すNRZI（Non Return to Zero Invert）形式の変調信号の“0”と“1”との量のバランスを取るために導入された指標であり、N

NRZ I 形式の変調信号を構成する各チャネルビットについて“0”ならば“-1”、“1”ならば“+1”を積算して得られる数値である。すなわち、DSVが“0”であれば、変調開始時点から現在までのNRZ I 形式の変調信号を構成するチャネルビットの“0”と“1”との数が等しいことを表している。したがって、DSV値を“0”に近づけるコード選択制御（DC制御とも称する）を行うことにより、変調信号のDC成分を低く抑えることができる（たとえば、特許文献1参照）。

また、コード間に結合ビットを挟んで変調データ列を生成していくような方法もある（たとえば、非特許文献1参照）。この場合も、変調コードが（14ビットの）コード部と（3ビットの）結合ビット部で構成されていると考えれば、上記のDSVを指標に用いたDC制御方法によるデジタル変調方式であると言える。

（特許文献1）特開平9-162744号公報（第5-9項、第1-2図）

（非特許文献1）中島平太郎・小川博司共著、「図解コンパクトディスク読本」、改定2版、オーム社、平成5年12月、p. 125-131

## 発明の開示

（発明が解決しようとする課題）

上記のデジタル変調装置10によってデジタル変調された信号は、次のようにして再生される。図18は、デジタル変調された信号を再生するCDプレーヤ、DVDプレーヤなどの信号再生装置の復調部分の一構成を示す。まず、伝送チャネルを伝ってきたチャネル信号CODEを低域通過フィルタ21に通すことにより、チャネル信号CODEのDC成分DCrefが抽出される。ここで、チャネル信号CODEは、上記のデジタル変調装置10によって生成された変調コードCODEである。次に、2値化器22によってチャネル信号CODEが自身のDC成分DCrefを閾値（スライスレベルとも称する）として2値化スライスされ、NRZ I 形式の変調2値化データDT0が出力される。その後、変調2値化データDT0は復調器23によって復調され、元のソースデータであるデータDT1が再生される。

上記の構成の復調部を備えた信号再生装置において、できる限り正しい復調を実現

するためには、2値化スライスレベルを適正に保つことが重要となる。そのためには、チャンネル信号CODEのDC成分が安定して抽出される必要がある。しかし、DSV値を無条件に“0”に近づけるようなコード選択制御を行う従来の方法では、ある特定の条件下では、チャンネル信号CODEのDC成分を安定して抽出できなくなるおそれがある。たとえば、ソースコードの入力パターンによりDC制御が十分なされないなどの理由でDC成分が十分に抑制されていない状態から、DC制御が（再び）かかり始めるような場合が、この特定の条件として挙げられる。

上記の特定の条件下において、従来のデジタル変調装置は、DC制御可能な変調コードごとにDSVを“0”に近づけようとして、常にプラス側あるいはマイナス側といった一方的な変調コードの選択を行う。その結果、図19に示すように、局所的に見るとNRZI形式の変調信号の“0”と“1”とのバランスが崩れてしまう。この場合、信号復調時に変調信号のDC成分が変動してしまい、2値化スライスを正しく行うことができなくなるおそれがある。そして、2値化スライスが正しく行われない場合、再生時に信号再生ジッタが増大し、再生エラーを引き起こす要因となる。

上記の問題に鑑み、本発明は、ソースデータを入力してランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置および方法について、再生時に正しく2値化スライスがなされるような変調コードを生成することを課題とする。

（課題を解決するための手段）

上記の課題を解決するために、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置として、前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成手段と、前記コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVの変化の度合いを算出するDSV変化算出手段と、前記DSV変化算出手段によって算出されたDSVの変化の度合いを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうちDSVの変化の度合いを相対的に小さくするものを、前記変調コードとすべき判定を行

う変調コード判定手段と、前記コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードの中から前記コード判定手段の判定結果に該当するものを選択し、この選択した候補変調コードを前記変調コードとして出力する変調コード選択手段とを備えたものとする。

これによると、ソースコードについて生成され得る変調コード（候補変調コード）のうち、DSVの変化の度合いをより小さくするようなものが選択され、出力される。このようにDSVの変化の度合いが小さくなるようにDC制御を行うことによって、生成される変調コードの系列にDSVについて減少または増加の一方的な変化が無くなり、“0”と“1”とのバランスがとれた変調コードを得ることができる。すなわち、DC成分を安定して抽出することができ、正しく2値化スライスを行うことができるような変調コードを生成することができる。

好ましくは、前記DSVの変化の度合いの算出対象範囲は、前記変調コード生成手段によって生成された、直近所定個数の候補変調コードからなるコード系列であり、前記所定個数は、前記変調コードを再生する信号再生装置の特性に応じて決定されるものとする。

また、好ましくは、前記DSVの変化の度合いの算出対象範囲は、前記変調コード生成手段によって生成された、直近所定個数の候補変調コードからなるコード系列であり、前記所定個数は、前記変調コードを再生する信号再生装置における2値化スライスレベル決定用の低域ろ波回路の特性に応じて決定されるものとする。

そして、具体的には、前記DSV変化算出手段は、前記変調コード生成手段によって生成された所定個数の候補変調コードからなるコード系列について、当該コード系列におけるコードごとに、当該コードのDSVに相当するCDSを保持するCDS保持手段と、前記コード系列における各コードのCDSを積算し、当該積算値を保持するCDS積算手段とを有し、前記CDS積算手段が保持するCDSの積算値を、前記DSVの変化の度合いとして出力するものとする。

より具体的には、前記CDS保持手段は、前記DSV変化算出手段にコードが入力されたとき、この入力されたコードに係る第1のCDSを保持するとともに、保持し

ているCDSのうち最も古いコードに係る第2のCDSを出力するものとする。また、前記CDS積算手段は、保持しているCDSの積算値に、前記第1のCDSを加算するとともに前記第2のCDSを減算して得られる値を、新たなCDSの積算値として保持するものとする。

また、上記のデジタル変調装置は、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出手段を備え、前記変調コード判定手段は、前記DSVの変化の度合いのいずれもが所定の閾値を超えるとき、前記判定を行う一方、前記DSVの変化の度合いの少なくとも一つが前記所定の閾値以下のとき、前記DSV算出手段によって算出されたDSVのうち、対応する前記DSVの変化の度合いが前記所定の閾値以下となるDSVを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうち当該DSVが所定値に相対的に近くなるものを、前記変調コードとすべき判定を行うものであることが好ましい。

これによると、変調コードを生成する過程において、DSVの変化の度合いを所定の閾値内に抑えながら、DSVが所定値に収束させることができる。これにより、DSVの急激な変化を抑制しつつDSVを好ましい値に近づけることができる。

また、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置として、前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成手段と、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出手段と、前記DSV算出手段によって算出されるDSVの初期化を行うDSVリセット手段と、前記DSV算出手段によって算出されたDSVを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうちDSVを相対的に小さくするものを、前記変調コードとすべき判定を行う変調コード判定手段と、前記変調コード生成手段によって生成された

複数の候補変調コードの中から前記変調コード判定手段の判定結果に該当するものを選択し、この選択した候補変調コードを前記変調コードとして出力する変調コード選択手段とを備えたものとする。

これによると、DSV算出手段によって算出されるDSVが適宜初期化されるため、変調コード生成の過程でDSVがプラス側あるいはマイナス側に不当に大きくなり過ぎることを防ぐことができる。これにより、DSVの急激な変化を抑制することができる。

好ましくは、前記DSVリセット手段は、前記DSV算出手段によって算出されたDSVのいずれかが所定の閾値以上となったとき、および／または、所定の周期で、前記初期化を行うものとする。

また、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置として、前記変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を、当該変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として用い、この指標が所定値に近づくように前記変調コードを選択するものとする。

これによると、変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として、DSVではなく、変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を用いることによって、より正確に実際の変調コードのアナログ信号波形を近似することができる。したがって、DSVを指標とする従来のDC制御よりも、より正確なDC制御を実現することができ、変調コードの再生時の安定性を向上させることができる。

好ましくは、前記ランレングスに応じた重み付けは、第1のランレングスが第2のランレングスよりも長いとき、当該第1のランレングスに対応する重みが当該第2のランレングスに対応する重み以上となるようにして行うものとする。具体的には、前記第1および第2のランレングスに対応する重みは、前記変更コードの系列に対応するアナログ信号波形における前記第1および第2のランレングスに相当する区間の積分値に基づいて決定されたものとする。



一方、上記の課題を解決するために、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZ I形式の変調コードに変換するデジタル変調方法として、前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成ステップと、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVの変化の度合いを算出するDSV変化算出ステップと、前記DSV変化算出ステップで算出されたDSVの変化の度合いを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのうちDSVの変化の度合いを相対的に小さくするものを、前記変調コードとして出力する変調コード出力ステップとを備えたものとする。

これによると、DSVの変化の度合いが小さくなるようにDC制御が行われ、“0”と“1”とのバランスがとれたNRZ I形式の変調コードを得ることができる。すなわち、DC成分を安定して抽出することができ、正しく2値化スライスを行うことができるような変調コードを生成することができる。

好ましくは、上記のデジタル変調方法は、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出ステップを備え、前記変調コード出力ステップは、前記DSVの変化の度合いのいずれもが所定の閾値を超えると、前記出力を行う一方、前記DSVの変化の度合いの少なくとも一つが前記所定の閾値以下のとき、前記DSV算出ステップで算出されたDSVのうち、対応する前記DSVの変化の度合いが前記所定の閾値以下となるDSVを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数のコードのうち当該DSVを相対的に小さくするものを、前記変調コードとして出力するものとする。

また、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZ I形式の変調コードに変換するデジタル変調方法として、前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成ステップと、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コード

のそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出ステップと、前記DSV算出ステップで算出されるDSVの初期化を行うDSVリセットステップと、前記DSV算出ステップで算出されたDSVを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのうち当該DSVが所定値に相対的に近くなるものを、前記変調コードとして出力するコード出力ステップとを備えたものとする。

これによると、DSV算出ステップによって算出されるDSVが適宜初期化されるため、変調コード生成の過程でDSVがプラス側あるいはマイナス側に不当に大きくなり過ぎることがなくなり、DSVの急激な変化を抑制することができる。

また、本発明が講じた手段は、入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調方法として、前記変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を、当該変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として用い、この指標が所定値に近づくように前記変調コードを選択するものとする。

これによると、変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として、DSVではなく、変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を用いることによって、より正確に実際の変調コードのアナログ信号波形を近似することができる。したがって、DSVを指標とする従来のDC制御よりも、より正確なDC制御を実現することができ、より安定的に再生可能な変調コードを生成することができる。

#### (発明の効果)

以上、説明したように、本発明によると、与えられたソースコードから、再生時に正しく2値化スライスすることが可能な変調コードを生成するデジタル変調装置およびデジタル変調方法を実現することができる。これにより、本発明のデジタル変調装置およびデジタル変調方法によって生成された変調コードを復調し、再生する信号再生装置や通信装置などにおいて、信号再生時の再生信号のジッタを軽減し、再生精度を向上させることができる。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るデジタル変調装置の構成図である。

図 2 は、DSV 変化量算出器の内部構成図である。

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係るデジタル変調処理のフローチャートである。

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係るデジタル変調処理の具体例を示す図である。

図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係るデジタル変調処理による DSV および  $\Delta$  DSV の変化を示すグラフである。

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係るデジタル変調装置の構成図である。

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態に係るデジタル変調処理のフローチャートである。

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係るデジタル変調処理の具体例を示す図である。

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態に係るデジタル変調装置の構成図である。

図 10 は、本発明の第 3 の実施形態に係るデジタル変調処理のフローチャートである。

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態に係るデジタル変調処理による DSV の変化を示すグラフである。

図 12 は、本発明の第 3 の実施形態に係る別のデジタル変調処理のフローチャートである。

図 13 は、本発明の第 3 の実施形態に係る別のデジタル変調処理による DSV の変化を示すグラフである。

図 14 は、本発明の第 4 の実施形態に係るデジタル変調装置の構成図である。

図 15 は、本発明に係る DC 成分評価指標を説明するための図である。

図 16 は、本発明の第 4 の実施形態に係るデジタル変調処理のフローチャートである。

図 17 は、従来のデジタル変調装置の構成図である。

図 18 は、デジタル変調された信号を再生する信号再生装置の復調部分の構成図である。

図 19 は、従来のデジタル変調装置による DSV の変化を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、図面中の主な符号は次のとおりである。

10A, 10B, 10C, 10D デジタル変調装置

11 変調コード生成器

12 DSV算出器

13, 16 変調コード判定器

14 変調コード選択器

15 DSV変化量算出器

17 リセット判定器

18 DC成分評価指標算出器

151, 155 レジスタ

152 シフトレジスタ

153 減算器

154 加算器

DATA ソースデータ

CODE a, CODE b 候補変調コード

$\Delta DSV a$ ,  $\Delta DSV b$  DSVの変化量

$DSV a$ ,  $DSV b$  DSV

$DC a$ ,  $DC b$  DC成分評価指標

CODE 変調コード

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタル変調装置の構成を示す。本実施形態のデジタル変調装置10Aは、変調コード生成手段としての変調コード生成器11と、変調コード判定手段としての変調コード判定器13と、変調コード選択手段としての変調コード選択器14と、DSV変化算出手段としての2個のDSV変化量算出器15とを備え、ソースデータDATAを入力し、ランレングスが制限されたNRZ

I 形式の変調コード CODE を出力する。

変調コード生成器 11 は、ソースデータ DATA を入力し、デジタル変調装置 10 A が出力する変調コード CODE の候補となる候補変調コード CODE a および CODE b を生成する。なお、ある特定のソースデータの入力パターンについては、対応する変調コードが 1 個しか存在しない場合もあるが、そのような場合には、その 1 個の変調コードを、候補変調コード CODE a および CODE b の双方に適用するものとする。

DSV 変化量算出器 15 は、変調コード生成器 11 によって生成された候補変調コード CODE a および CODE b のそれぞれを入力し、変調コード系列に係る DSV の変化の度合いとして変化量  $\Delta DSV a$  および  $\Delta DSV b$  をそれぞれ出力する。図 2 は、DSV 変化量算出器 15 の内部構成を示す。DSV 変化量算出器 15 は、 $n$  個 ( $n$  は 2 以上の自然数) のレジスタ 151 からなる CDS (Code Digital Sum) 保持手段としてのシフトレジスタ 152 と、CDS 積算手段としての減算器 153、加算器 154 およびレジスタ 155 とを備えている。なお、CDS とは、1 個の NRZ I 形式の変調コードに係る DSV を表す値を指す。

DSV 変化量算出器 15 の動作は次の通りである。まず、DSV 変化量算出器 15 に CDS が入力されるごとに、その CDS を、シフトレジスタ 152 に入力 (シフト・イン) するとともに、減算器 153 の被減算値側 (プラス側) に入力する。また、減算器 153 の減算値側 (マイナス側) にシフトレジスタ 152 の出力 (シフト・アウト) を与える。CDS は、変調コード生成器 11 から出力される候補変調コード CODE a および CODE b のそれぞれについてのものである。減算器 153 は、「現在の CDS - 変調コード  $n$  個分前の CDS」を算出して、算出結果を加算器 154 の一方の入力端子に与える。加算器 154 の他方の入力端子には、加算器 154 の出力を保持するレジスタ 155 の出力が与えられている。したがって、加算器 154 およびレジスタ 155 によって、「現在の CDS - 変調コード  $n$  個分前の CDS」が積算される。そして、この積算値が  $\Delta DSV$  として出力される。

DSV 変化量算出器 15 の動作開始時点では、レジスタ 151 が保持する値はすべ

て“0”にリセットされる。CDSの入力が開始し、第1～n個目のCDSの入力に対しては、シフトレジスタ152から“0”が出力され、結果として、レジスタ155には「第1～n個目のCDS」の積算値が格納される。その後、第n+1個目のCDSが入力されると、シフトレジスタ152から第1個目のCDSが出力され、減算器153は、「第n+1個目のCDS－第1個目のCDS」を算出する。そして、加算器154およびレジスタ155によって、減算器153の算出結果がそれまでのCDS積算値に加えられる。すなわち、「第1～n個目のCDS積算値＋第n+1個目のCDS－第1個目のCDS」が計算され、レジスタ155に格納される値は、「第2～n+1個目のCDS積算値」となる。上記の演算は、第n+2個目以降のCDSの入力に対しても同様に行われる。以上のように、DSV変化量算出器15は、与えられた現在の変調コードを含む直近n個分の変調コード系列に係るDSVの変化量を出力する。

一方、図1に戻り、変調コード判定器13は、DSV変化量算出器15から出力される変化量 $\Delta DSV_a$ および $\Delta DSV_b$ について大小比較を行い、候補変調コードCODE aおよびCODE bのうちのいずれを変調コードCODEとすべきかについての判定を行う。この大小比較は、DSVの変化の度合いを比較するという性質のものであるため、DSV変化量を正值に変換して行う必要がある。正值への変換は、たとえば、絶対値や二乗値などを用いることができる。なお、本実施例では、絶対値を用いるものとする。そして、変調コード判定器13は、候補変調コードCODE aおよびCODE bのうち、上記の大小比較の結果、DSV変化量が小さくなる方を、変調コードCODEとすべきと判定する。

変調コード選択器14は、候補変調コードCODE aおよびCODE bの中から、変調コード判定器13によって判定された方を選択し、変調コードCODEとして出力する。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図3に示したフローチャートを参照しながら説明する。

まず、デジタル変調処理が開始すると、ソースデータに対応する一つ以上の候補変

調コードを生成する（ステップS 1 1）。ここで、一つ以上としているのは、上述したように、ある特定のソースデータの入力パターンについては、対応する変調コードが1個しか存在しない場合もあるからである。本ステップS 1 1は、変調コード生成器1 1による処理に相当する。

次に、ステップS 1 1で生成された各候補変調コードについて、変調コード系列に係る変化量（ $\Delta DSV$ ）を算出する（ステップS 1 2）。本ステップS 1 2は、DSV変化量算出器1 5による処理に相当する。

そして、ステップS 1 2で算出された $\Delta DSV$ を互いに比較し、ステップS 1 1で生成された候補変調コードのうち、変化量（ $\Delta DSV$ ）の絶対値（二乗値でもよい）を相対的に小さくするものを選択して出力する（ステップS 1 3）。本ステップS 1 3は、変調コード判定器1 3および変調コード選択器1 4による処理に相当する。

その後、変調すべき全ソースデータの処理が完了したか否かを判断し（ステップS 1 4）、まだ変調すべきソースデータが残っている場合には、ステップS 1 1に戻って次のソースデータについての処理を行う一方、全ソースデータの処理が完了した場合には、デジタル変調処理を終了する。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図4に示した具体例を参照しながら説明する。同図は、順に入力されるソースデータ2 0 1、2 0 2および2 0 3に対して変調コードを出力する過程を示す。

ソースデータ2 0 1～2 0 3に対して、候補変調コードCODE aとして変調コード2 1 1、2 1 2および2 1 3が、候補変調コードCODE bとして変調コード2 2 1、2 2 2および2 2 3がそれぞれ生成される。ここで、変調コード2 1 1～2 1 3および変調コード2 2 1～2 2 3はいずれもNRZ（Non Return to Zero）形式となっている。これは、変調コード生成器1 1からの出力段階では、まだNRZI形式のLowレベルおよびHighレベルが確定していないという理由による。ただし、候補変調コードCODE aおよびCODE bは必ずしもNRZ形式で表す必要はない。たとえば、NRZI形式の初期レベルとしてLowレベルおよびHighレベルのいずれか一方を選び、候補変調コードを一旦出力しておき、その後、正しい初期レベル

が確定した時点で、レベルが反転している場合には、NRZ I 形式の変調コード全体をビット反転するようにしてもよい。

変調コード 2 3 1 ~ 2 3 3 および変調コード 2 4 1 ~ 2 4 3 は、それぞれ変調コード 2 1 1 ~ 2 1 3 および変調コード 2 2 1 ~ 2 2 3 を NRZ I 形式に変換したものである。また、各変調コード 2 3 1 ~ 2 3 3 および変調コード 2 4 1 ~ 2 4 3 の下に CDS を示す。上述したように、 $\Delta DSV$  は、所定の算出範囲における CDS の積算値として表される。ここでは、所定の算出範囲を直近の変調コード 2 個分として説明する。

まず、ソースデータ 2 0 1 が入力され、候補変調コード 2 3 1 (CODE a) および候補変調コード 2 4 1 (CODE b) の CDS は、それぞれ “+2” および “+4” と算出される。ここで、図示していないが、ソースデータ 2 0 1 の 1 個前のソースデータについての CDS は “0” であるとする。したがって、この場合の変化量 2 5 1 ( $\Delta DSV a$ ) および変化量 2 6 1 ( $\Delta DSV b$ ) は、それぞれ “+2” および “+4” と算出される。そして、絶対値が相対的に小さい変化量 2 5 1 に対応する候補変調コード 2 3 1 が、ソースデータ 2 0 1 に対する変調コードとして出力される。

次に、ソースデータ 2 0 2 が入力される。直前に候補変調コード 2 3 1 が出力されたことによって、今回の NRZ I 形式の初期レベルは Low に確定しており、候補変調コード 2 1 2 および 2 2 2 の NRZ I 変換はそれぞれ候補変調コード 2 3 2 および 2 4 2 のようになる。なお、候補変調コード 2 1 2 および 2 2 2 は同一であり、これは、上述した変調コード生成器 1 1 によって複数の変調コードを割り当てられない場合を表している。

ソースデータ 2 0 2 について、候補変調コード 2 3 2 (CODE a) および候補変調コード 2 4 2 (CODE b) の CDS は、いずれも “-2” と算出される。ここで、直前の CDS は、先ほど選択された候補変調コード 2 3 1 についてのものであり、その値は “+2” である。したがって、この場合の変化量 2 5 2 ( $\Delta DSV a$ ) および変化量 2 6 2 ( $\Delta DSV b$ ) は、いずれも “0” と算出される。この場合、候補変調コード CODE a および CODE b のいずれを選択してもよく、ここでは、候補変調



コードCODE a 側を選択するものとする。したがって、候補変調コード232が、ソースデータ202に対する変調コードとして出力される。

そして、ソースデータ203について、候補変調コード233 (CODE a) および候補変調コード243 (CODE b) のCDSは、それぞれ“-6”および“+2”と算出される。ここで、直前のCDSは、先ほど選択された候補変調コード232についてのものであり、その値は“-2”である。したがって、この場合の変化量253 ( $\Delta DSV a$ ) および変化量263 ( $\Delta DSV b$ ) は、それぞれ“-8”および“0”と算出される。そして、絶対値が相対的に小さい変化量263に対応する候補変調コード243が、ソースデータ203に対する変調コードとして出力される。

以上、本実施形態によると、図5に示すように、与えられたソースデータに対して、DSVの変化量( $\Delta DSV$ )の絶対値が“0”に近づくようにDC制御が行われ、DSVの急激な変化が抑制される。これにより、生成された変調コードを、たとえば、図18に示した信号再生装置によって復調する場合に、低域通過フィルタ21によって抽出されるDC成分DCrefが安定し、その結果、2値化スライスが正しく行われ、再生精度を向上することができる。

なお、上記の説明では、 $\Delta DSV$ の算出範囲を直近の変調コード2個分、すなわち、DSV変化量算出器15におけるレジスタ151の数を“2”としたが、本発明はこれに限定されるものではない。この算出範囲は、生成された変調コードを復調する信号再生装置の特性に応じて設定することが好ましい。たとえば、図18に示した信号再生装置における低域通過フィルタ21の特性に応じて算出範囲を設定する。これにより、各種信号再生装置に最適の変調コードを生成することができる。

#### (第2の実施形態)

図6は、本発明の第2の実施形態に係るデジタル変調装置の構成を示す。本実施形態のデジタル変調装置10Bは、変調コード生成器11と、2個のDSV算出器12と、変調コード選択器14と、2個のDSV変化量算出器15と、変調コード判定器16とを備え、ソースデータDATAを入力し、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードCODEを出力する。変調コード判定器16以外の構成要素について

ては既に説明した通りである。

変調コード判定器 16 は、DSV 変化量算出器 15 からそれぞれ出力される変化量  $\Delta DSV_a$  および  $\Delta DSV_b$ 、ならびに DSV 算出器 12 からそれぞれ出力される DSV  $a$  および DSV  $b$  を入力し、これら入力に基づいて、候補変調コード CODE  $a$  および CODE  $b$  のうちのいずれを変調コード CODE とすべきかについての判定を行う。具体的には、変化量  $\Delta DSV_a$  および  $\Delta DSV_b$  のいずれもが所定の閾値を超えると、これらの大小比較を行い、上記判定を行う。この判定は、第 1 の実施形態で説明したのと同様である。一方、変化量  $\Delta DSV_a$  および  $\Delta DSV_b$  の少なくとも一方が所定の閾値以下のとき、その条件を満たす DSV について大小比較を行い、相対的に小さい方に対応する候補変調コード (CODE  $a$  および CODE  $b$  のいずれか一方) を、変調コード CODE とすべき判定を行う。すなわち、所定の閾値以下となる  $\Delta DSV$  が変化量  $\Delta DSV_a$  および  $\Delta DSV_b$  のいずれか一方のときは、その  $\Delta DSV$  に対応する変調コードが選択され、変化量  $\Delta DSV_a$  および  $\Delta DSV_b$  のいずれもが所定の閾値以下のときは、DSV  $a$  と DSV  $b$  との大小比較が行われ、この比較結果に応じた変調コードが選択される。なお、DSV の大小比較は、 $\Delta DSV$  の大小比較と同様に、絶対値や二乗値などで正值に変換してから行う。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図 7 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

まず、デジタル変調処理が開始すると、ソースデータに対応する一つ以上の候補変調コードを生成する (ステップ S 21)。本ステップ S 21 は、変調コード生成器 11 による処理に相当する。

そして、ステップ S 21 で生成された各候補変調コードについて、変調コード系列に係る DSV および  $\Delta DSV$  を算出する (ステップ S 22)。本ステップ S 22 は、DSV 算出器 12 および DSV 変化量算出器 15 による処理に相当する。

次に、ステップ S 22 で算出された  $\Delta DSV$  のうち、その絶対値 (二乗値でもよい) が所定の閾値以下のものがあるか否かを判断する (ステップ S 23)。Yes の場合、ステップ S 22 で算出された DSV のうち、対応する  $\Delta DSV$  が所定の閾値以

下となるDSVを互いに比較し、ステップS21で生成された候補変調コードのうち、当該DSVの絶対値（二乗値でもよい）を相対的に小さくするものを選択して出力する（ステップS24）。Noの場合、ステップS22で算出された $\Delta$ DSVを互いに比較し、ステップS21で生成された候補変調コードのうち、 $\Delta$ DSVの絶対値（二乗値でもよい）を相対的に小さくするものを選択して出力する（ステップS25）。ステップS23～S25は、変調コード判定器16による処理に相当する。

その後、変調すべき全ソースデータの処理が完了したか否かを判断し（ステップS26）、まだ変調すべきソースデータが残っている場合には、ステップS21に戻って次のソースデータについての処理を行う一方、全ソースデータの処理が完了した場合には、デジタル変調処理を終了する。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図8に示した具体例を参照しながら説明する。同図は、図4と同様に、順に入力されるソースデータ201、202および203に対して変調コードを出力する過程を示す。なお、図8に例示したソースコードは図4のものと同様である。また、第1の実施形態と同様に、 $\Delta$ DSVの算出範囲は直近の変調コード2個分とし、また、 $\Delta$ DSVの大きさ判定のための所定の閾値を“5”とする。

まず、ソースデータ201が入力され、変調コード231（CODE a）および変調コード241（CODE b）のCDSは、それぞれ“+2”および“+4”と算出される。また、DSV271（DSV a）およびDSV281（DSV b）は、それぞれ“−50”および“−48”と算出される。ここで、図示していないが、ソースデータ201の1個前のソースデータについてのCDSは“0”、DSVは“−52”であるとする。この場合の変化量251（ $\Delta$ DSV a）および変化量261（ $\Delta$ DSV b）は、それぞれ“+2”および“+4”と算出される。変化量251および261の絶対値はいずれも閾値以内であるため、DSV271とDSV281との絶対値の大小が比較され、相対的に小さい方であるDSV281に対応する候補変調コード241が、ソースデータ201に対する変調コードとして出力される。

次に、ソースデータ202が入力され、候補変調コード232（CODE a）およ

び候補変調コード242 (CODE b) のCDSは、いずれも“-2”と算出される。また、DSV272 (DSV a) およびDSV282 (DSV b) は、いずれも“-50”と算出される。ここで、直前のCDSは、先ほど選択された候補変調コード241についてのものであり、その値は“+4”である。したがって、この場合の変化量252 ( $\Delta DSV a$ ) および変化量262 ( $\Delta DSV b$ ) は、いずれも“+2”と算出される。変化量252および262の絶対値はいずれも閾値以内であるため、DSV272とDSV282との絶対値の大小が比較されるが、DSV272およびDSV282の値は等しいため、いずれを選択してもよい。ここでは、候補変調コードCODE a側を選択するものとする。したがって、候補変調コード252が、ソースデータ202に対する変調コードとして出力される。

そして、ソースデータ203について、候補変調コード233 (CODE a) および候補変調コード243 (CODE b) のCDSは、それぞれ“-6”および“+2”と算出される。また、DSV273 (DSV a) およびDSV283 (DSV b) は、それぞれ“-56”および“-48”と算出される。ここで、直前のCDSは、先ほど選択された候補変調コード232についてのものであり、その値は“-2”である。したがって、この場合の変化量253 ( $\Delta DSV a$ ) および変化量263 ( $\Delta DSV b$ ) は、それぞれ“-8”および“0”と算出される。このうち、変化量253の絶対値は閾値を超えているが、変化量263の絶対値は閾値以下であるため、DSV273とDSV283との絶対値の大小が比較される。そして、相対的に小さい方であるDSV283に対応する候補変調コード243が、ソースデータ203に対する変調コードとして出力される。

以上、本実施形態によると、与えられたソースデータに対して、DSVの変化量 ( $\Delta DSV$ ) を所定の閾値で決定される範囲内に抑えながら、DSVを所定値 (“0”) に収束させるようにDC制御が行われる。これにより、DSVの急激な変化を抑制しつつDSVを好ましい値に近づけることができる。

なお、上記の説明では、 $\Delta DSV$ の大きさ判定のための所定の閾値を“5”としたが、これはあくまで一例であって、本発明を限定するものではない。この所定の閾値

は、生成された変調コードを復調する信号再生装置の特性に応じて設定することが好ましい。これにより、各種信号再生装置に最適の変調コードを生成することができる。

### (第3の実施形態)

図9は、本発明の第3の実施形態に係るデジタル変調処理の構成を示す。本実施形態のデジタル変調装置10Cは、変調コード生成器11と、2個のDSV算出器12と、変調コード判定器13と、変調コード選択器14と、DSVリセット手段としてのDSVリセット判定器17とを備え、ソースデータDATAを入力し、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードCODEを出力する。DSVリセット判定器17以外の構成要素については既に説明した通りである。

DSVリセット判定器17は、DSV算出器12からそれぞれ出力されるDSVaおよびDSVbを入力し、これらのうちいずれかが所定の閾値以上のとき、DSV算出器12にリセット信号RSを出力する。これにより、DSV算出器12において保持されているDSVが“0”に初期化される。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図10に示したフローチャートを参照しながら説明する。

まず、デジタル変調処理が開始すると、ソースデータに対応する一つ以上の候補変調コードを生成する(ステップS31)。本ステップS31は、変調コード生成器11による処理に相当する。

そして、ステップS31で生成された各候補変調コードについて、変調コード系列に係るDSVを算出する(ステップS32)。本ステップS32は、DSV算出器12による処理に相当する。

次に、ステップS32で算出されたDSVを互いに比較し、ステップS31で生成された候補変調コードのうち、DSVの絶対値(二乗値でもよい)を相対的に小さくするものを選択して出力する(ステップS33)。本ステップS33は、変調コード判定器13および変調コード選択器14による処理に相当する。

その後、DSVの絶対値(二乗値でもよい)がいずれも所定の閾値以上か否かを判断する(ステップS34)。Yesの場合、DSVをリセットする(ステップS3

5)。ステップS 3 4およびS 3 5は、DSVリセット判定器1 7による処理に相当する。

そして、ステップS 3 5でのDSVのリセット後、または、ステップS 3 4においてN oの場合、変調すべき全ソースデータの処理が完了したか否かを判断し（ステップS 3 6）、まだ変調すべきソースデータが残っている場合には、ステップS 3 1に戻って次のソースデータについての処理を行う一方、全ソースデータの処理が完了した場合には、デジタル変調処理を終了する。

上記のデジタル変調処理によると、DSVは、図1 1に示したように変化する。

一方、DSVリセット判定器1 7について、DSV aおよびDSV bの入力を無くし、所定の周期で、リセット信号RSを出力し、DSV算出器1 2が保持するDSVを“0”に初期化するように構成することも可能である。この場合のデジタル変調処理のフローを図1 4に示す。同図のフローチャートは、図1 0のフローチャートにおける、DSVの絶対値がいずれも所定の閾値以上か否かを判断する処理（ステップS 3 4）を、所定の周期が経過したか否かを判断する処理（ステップS 3 7）に置き換えたものである。なお、本ステップS 3 7は、DSVリセット判定器1 7による処理に相当する。そして、このデジタル変調処理によると、DSVは、図1 3に示したように変化する。

以上、本実施形態によると、与えられたソースデータに対して、DSVを適宜初期化することによって、デジタル変調処理の過程でDSVの絶対値が不当に大きくなり過ぎることがなく、DSVの急激な変化が抑制される。これにより、生成された変調コード（変調信号）の再生時のジッタが軽減され、安定性が向上する。

なお、DSVのリセット条件、すなわち、所定の閾値あるいは所定の周期を、生成された変調信号を再生する信号再生装置の特性に合わせてあらかじめ決めておくか、あるいは動作時に調整することによって、より一層、変調信号再生時の安定性を向上させることができる。たとえば、図1 8に示した信号再生装置における低域通過フィルタ2 1の特性に応じてDSVのリセット条件を設定することが可能である。

（第4の実施形態）

図14は、本発明の第4の実施形態に係るデジタル変調装置の構成を示す。本実施形態のデジタル変調装置10Dは、変調コード生成器11と、2個のDSV算出器12と、変調コード判定器13と、変調コード選択器14と、DC成分評価指標算出器18とを備え、ソースデータDATAを入力し、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードCODEを出力する。デジタル変調装置10Dは、図17に示した従来のデジタル変調装置におけるDSV算出器12をDC成分評価指標算出器18に置き換えた構成をしている。すなわち、デジタル変調装置10Dは、変調コード系列に含まれるDC成分を表す指標として、DSVとは異なる評価指標（以下、「DC成分評価指標」と呼ぶ）を用い、DC成分評価指標が所定値、たとえば“0”に近づくように、変調コードCODEを選択する。

DC成分評価指標算出器18は、変調コード生成器11によって生成された候補変調コードCODE aおよびCODE bのそれぞれについて、DC成分評価指標を用いて、DC成分値DC aおよびDC bを出力する。以下、DC成分評価指標について、図15を参照しながら詳細に説明する。

DSVの計算には、信号変調モデル100が用いられる。一般に、DSVの計算は、2値化した変調信号モデルにおいてLow区間とHigh区間とのバランスを取るための指標である。同図に示したように、3TのHigh区間、6TのLow区間、14TのHigh区間、…と続いている場合、DSVは、「+3-6+14+…」のように「Highの期間（T数）-Lowの期間（T数）」を積算することによって算出される。なお、通常は「High期間-Low期間」を変調コード単位に分割して求めておき（いわゆるCDS）、それらを複数の変調コードに渡って積算することで算出される。

DSVは、変調信号のDC成分を“0”に近づけるための簡易な制御指標という意味では大変重要である。しかし、実際の変調信号は変調信号モデル200のようなアナログ波形をしている。したがって、DSVは、変調信号のDC成分を正確に表し得るものではない。そこで、より正確に変調信号のDC成分を表す指標として、本発明において導入したのが「DC成分評価指標」である。

DC成分評価指標は、変調信号モデル200で示したように、High区間およびLow区間のアナログ信号レベルを積算して求める。具体的には、3T幅、4T幅、…のようにNRZI形式の変調コードのパルス幅に対応するアナログ信号振幅に応じて所定の演算を行った値、たとえば、各ランレングスに相当する区間の積分値を用意する。同図の例では、「3TのHigh」、「6TのLow」、「14TのHigh」、…に対応して、「3T→24」、「6T→72」、「14T→210」、…などがそれぞれ割り当てられている。このように、ランレングスがより長い信号ほど、より重み付けを大きくする。そして、これら値を、High区間では加算し、Low区間では減算する。すなわち、「24−72+210−…」と計算していくことによって、DSVよりも正確なDC成分の評価指標であるDC成分評価指標を得ることができる。また、このDC成分評価指標を変調コード単位に分割して求めておき、それらを複数の変調コードに渡って積算して求めてもよい。

次に、本実施形態に係るデジタル変調処理について、図16に示したフローチャートを参照しながら説明する。

まず、デジタル変調処理が開始すると、ソースデータに対応する一つ以上の候補変調コードを生成する（ステップS41）。本ステップS41は、変調コード生成器11による処理に相当する。

次に、ステップS41で生成された各候補変調コードについて、変調コード系列に係るDC成分評価指標を算出する（ステップS42）。本ステップS42は、DC成分評価指標算出器18による処理に相当する。

そして、ステップS42で算出されたDC成分評価指標を互いに比較し、ステップS41で生成された候補変調コードのうち、DC成分評価指標の絶対値（二乗値でもよい）を相対的に小さくするものを選択して出力する（ステップS43）。本ステップS43は、変調コード判定器13および変調コード選択器14による処理に相当する。

その後、変調すべき全ソースデータの処理が完了したか否かを判断し（ステップS44）、まだ変調すべきソースデータが残っている場合には、ステップS41に戻っ



て次のソースデータについての処理を行う一方、全ソースデータの処理が完了した場合には、デジタル変調処理を終了する。

以上、本実施形態によると、DSVよりも、実際の変調信号の波形により近似したDC成分評価指標を用いることによって、より正確なDC制御を行うことができる。これにより、より一層、変調信号の再生時の安定性を向上させることができる。

なお、DC成分評価指標の重み付けは、あらかじめ用意したテーブルを参照して得るようにしてもよいし、また、ランレングスをパラメータとする関数を用いて算出してもよい。

また、上記の各実施形態において、変調コード生成器11が生成する候補変調コードは2系統であるとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、3系統以上の候補変調コードを生成するようにしてもよい。この場合、その系統数に応じてDSV算出器12やDSV変化量算出器15の個数を増やすことは言うまでもない。

また、上記の各実施形態において、変調コード生成器11、DSV算出器12、変調コード判定器13、変調コード選択器14、DSV変化量算出器15、変調コード判定器16、リセット判定器17およびDC成分評価指標算出器18は、ハードウェアおよびソフトウェアのいずれでも実現可能である。また、デジタル変調装置の一部あるいはすべての機能をソフトウェア処理することも可能である。

#### 産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明は、ソースデータをランレングスが制限された変調コードに変換して記録媒体にデータ書き込みを行う情報記録装置や、伝送チャネルへ流す信号として当該変調コードを用いる通信装置（特に、送信装置）などに適用できる。

## 請 求 の 範 囲

1. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置であって、

前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成手段と、

前記コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVの変化の度合いを算出するDSV変化算出手段と、

前記DSV変化算出手段によって算出されたDSVの変化の度合いを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうちDSVの変化の度合いを相対的に小さくするものを、前記変調コードとすべき判定を行う変調コード判定手段と、

前記コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードの中から前記コード判定手段の判定結果に該当するものを選択し、この選択した候補変調コードを前記変調コードとして出力する変調コード選択手段とを備えたことを特徴とするデジタル変調装置。

2. 請求の範囲第1項に記載のデジタル変調装置において、

前記DSVの変化の度合いの算出対象範囲は、前記変調コード生成手段によって生成された、直近所定個数の候補変調コードからなるコード系列であり、

前記所定個数は、前記変調コードを再生する信号再生装置の特性に応じて決定される

ことを特徴とするデジタル変調装置。

3. 請求の範囲第1項に記載のデジタル変調装置において、

前記DSVの変化の度合いの算出対象範囲は、前記変調コード生成手段によって生成された、直近所定個数の候補変調コードからなるコード系列であり、

前記所定個数は、前記変調コードを再生する信号再生装置における2値化スライス

レベル決定用の低域ろ波回路の特性に応じて決定されることを特徴とするデジタル変調装置。

4. 請求の範囲第1項に記載のデジタル変調装置において、

前記DSV変化算出手段は、

前記変調コード生成手段によって生成された所定個数の候補変調コードからなるコード系列について、当該コード系列におけるコードごとに、当該コードのDSVに相当するCDSを保持するCDS保持手段と、

前記コード系列における各コードのCDSを積算し、当該積算値を保持するCDS積算手段とを有し、

前記CDS積算手段が保持するCDSの積算値を、前記DSVの変化の度合いとして出力する

ことを特徴とするデジタル変調装置。

5. 請求の範囲第4項に記載のデジタル変調装置において、

前記CDS保持手段は、前記DSV変化算出手段にコードが入力されたとき、この入力されたコードに係る第1のCDSを保持するとともに、保持しているCDSのうち最も古いコードに係る第2のCDSを出力するものであり、

前記CDS積算手段は、保持しているCDSの積算値に、前記第1のCDSを加算するとともに前記第2のCDSを減算して得られる値を、新たなCDSの積算値として保持するものである

ことを特徴とするデジタル変調装置。

6. 請求の範囲第5項に記載のデジタル変調装置において、

前記CDS保持手段は、シフトレジスタである

ことを特徴とするデジタル変調装置。

7. 請求の範囲第1項に記載のデジタル変調装置において、

前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出手段を備え、

前記変調コード判定手段は、前記DSVの変化の度合いのいずれもが所定の閾値を超えるとき、前記判定を行う一方、前記DSVの変化の度合いの少なくとも一つが前記所定の閾値以下のとき、前記DSV算出手段によって算出されたDSVのうち、対応する前記DSVの変化の度合いが前記所定の閾値以下となるDSVを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうち当該DSVが所定値に相対的に近くなるものを、前記変調コードとすべき判定を行うことを特徴とするデジタル変調装置。

8. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置であって、

前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成手段と、

前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出手段と、

前記DSV算出手段によって算出されるDSVの初期化を行うDSVリセット手段と、

前記DSV算出手段によって算出されたDSVを互いに比較し、前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードのうちDSVを相対的に小さくするものを、前記変調コードとすべき判定を行う変調コード判定手段と、

前記変調コード生成手段によって生成された複数の候補変調コードの中から前記変調コード判定手段の判定結果に該当するものを選択し、この選択した候補変調コードを前記変調コードとして出力する変調コード選択手段とを備えたことを特徴とするデジタル変調装置。

9. 請求の範囲第8項に記載のデジタル変調装置において、

前記DSVリセット手段は、前記DSV算出手段によって算出されたDSVのいずれかが所定の閾値以上となったとき、前記初期化を行うことを特徴とするデジタル変調装置。

10. 請求の範囲第9項に記載のデジタル変調装置において、

前記所定の閾値は、前記変調コードを再生する信号再生装置の特性に応じて決定される

ことを特徴とするデジタル変調装置。

11. 請求の範囲第9項に記載のデジタル変調装置において、

前記所定の閾値は、前記変調コードを再生する信号再生装置における2値化スライスレベル決定用の低域通過フィルタの特性に応じて決定されることを特徴とするデジタル変調装置。

12. 請求の範囲第8項に記載のデジタル変調装置において、

前記DSVリセット手段は、所定の周期で、前記初期化を行うことを特徴とするデジタル変調装置。

13. 請求の範囲第12項に記載のデジタル変調装置において、

前記所定の周期は、前記変調コードを再生する信号再生装置の特性に応じて決定されることを特徴とするデジタル変調装置。

14. 請求の範囲第12項に記載のデジタル変調装置において、

前記所定の周期は、前記変調コードを再生する信号再生装置における2値化スライスレベル決定用の低域通過フィルタの特性に応じて決定されることを特徴とするデジタル変調装置。

15. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調装置であって、

前記変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を、当該変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として用い、この指標が所定値に近づくように前記変調コードを選択することを特徴とするデジタル変調装置。

16. 請求の範囲第15項に記載のデジタル変調装置において、

前記ランレングスに応じた重み付けは、第1のランレングスが第2のランレングス

よりも長いとき、当該第1のランレングスに対応する重みが当該第2のランレングスに対応する重み以上となるようにして行う

ことを特徴とするデジタル変調装置。

17. 請求の範囲第16項に記載のデジタル変調装置において、

前記第1および第2のランレングスに対応する重みは、前記変更コードの系列に対応するアナログ信号波形における前記第1および第2のランレングスに相当する区間の積分値に基づいて決定されたものである

ことを特徴とするデジタル変調装置。

18. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調方法であって、

前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成ステップと、

前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVの変化の度合いを算出するDSV変化算出ステップと、

前記DSV変化算出ステップで算出されたDSVの変化の度合いを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのうちDSVの変化の度合いを相対的に小さくするものを、前記変調コードとして出力する変調コード出力ステップとを備えた

ことを特徴とするデジタル変調方法。

19. 請求の範囲第18項に記載のデジタル変調方法において、

前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出ステップを備え、

前記変調コード出力ステップは、前記DSVの変化の度合いのいずれもが所定の閾値を超えると、前記出力を行う一方、前記DSVの変化の度合いの少なくとも一つが前記所定の閾値以下のとき、前記DSV算出ステップで算出されたDSVのうち、

対応する前記DSVの変化の度合いが前記所定の閾値以下となるDSVを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数のコードのうち当該DSVが所定値に相対的に近くなるものを、前記変調コードとして出力する

ことを特徴とするデジタル変調方法。

20. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調方法であって、

前記ソースデータに対して、前記変調コードの候補となる複数の候補変調コードを生成する変調コード生成ステップと、

前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのそれぞれについて、当該候補変調コードを前記変調コードとして選択したときの変調コード系列に係るDSVを算出するDSV算出ステップと、

前記DSV算出ステップで算出されるDSVの初期化を行うDSVリセットステップと、

前記DSV算出ステップで算出されたDSVを互いに比較し、前記変調コード生成ステップで生成された複数の候補変調コードのうちDSVを相対的に小さくするものを、前記変調コードとして出力するコード出力ステップとを備えた

ことを特徴とするデジタル変調方法。

21. 入力されたソースデータを、ランレングスが制限されたNRZI形式の変調コードに変換するデジタル変調方法であって、

前記変調コードの系列における各ビットの論理レベルに応じた値にランレングスに応じた重み付けをして累積した値を、当該変調コードの系列に含まれるDC成分を表す指標として用い、この指標が所定値に近づくように前記変調コードを選択することを特徴とするデジタル変調方法。

FIG. 1

10A

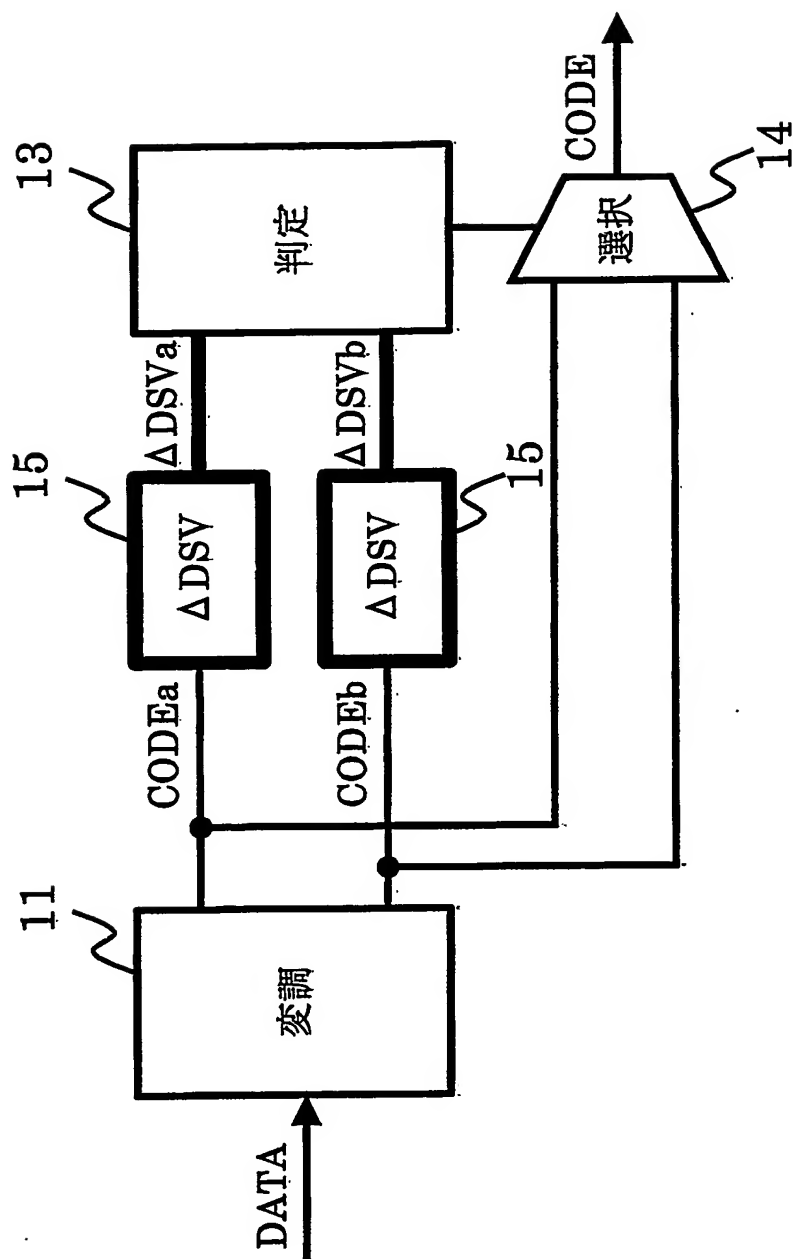
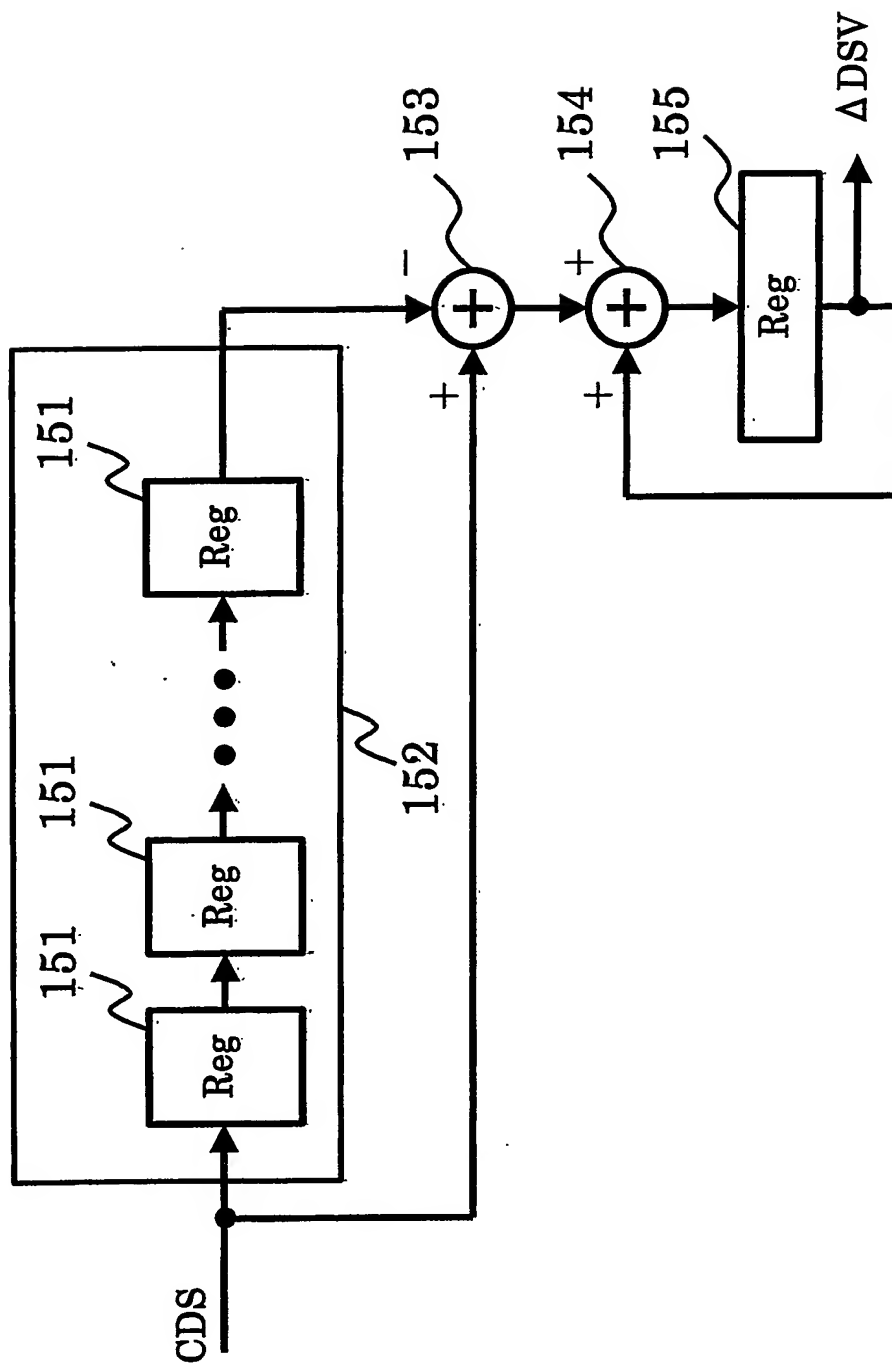




FIG. 2

15



3/19

FIG. 3

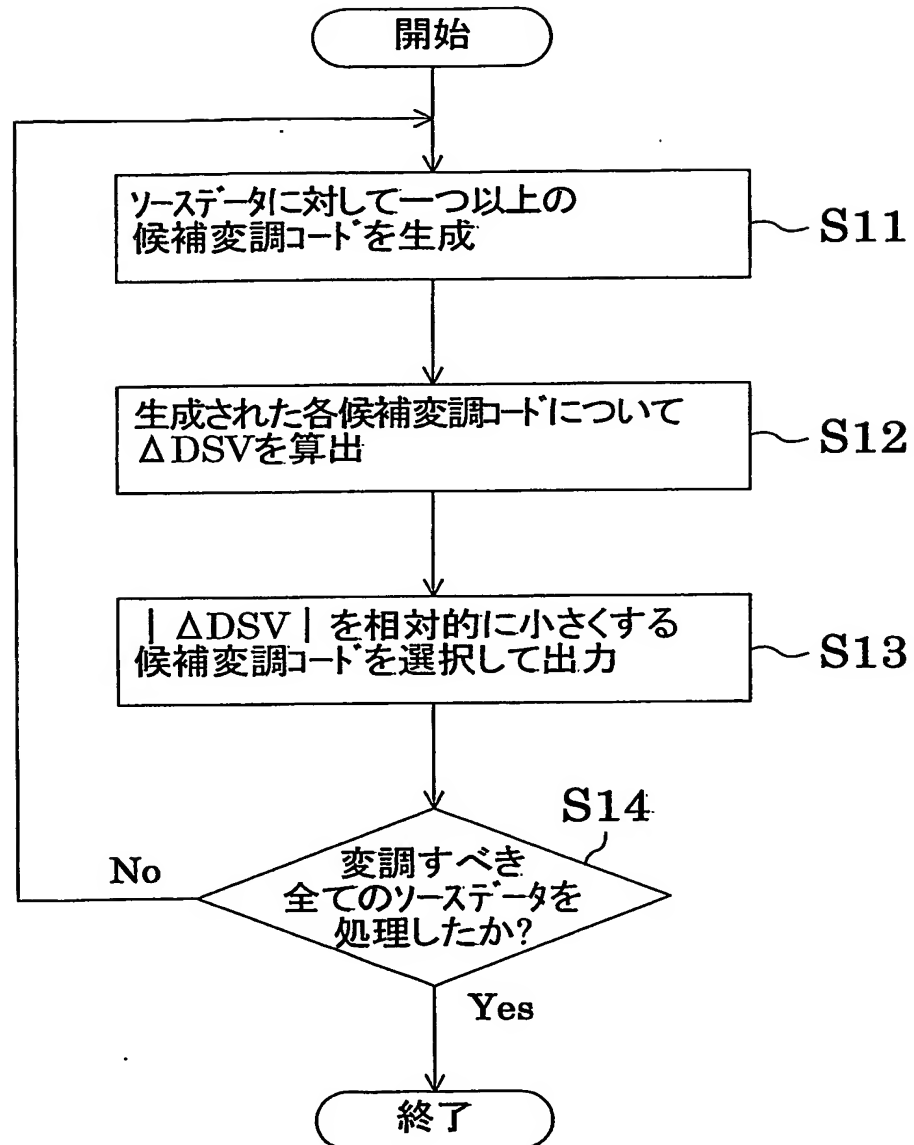


FIG. 4

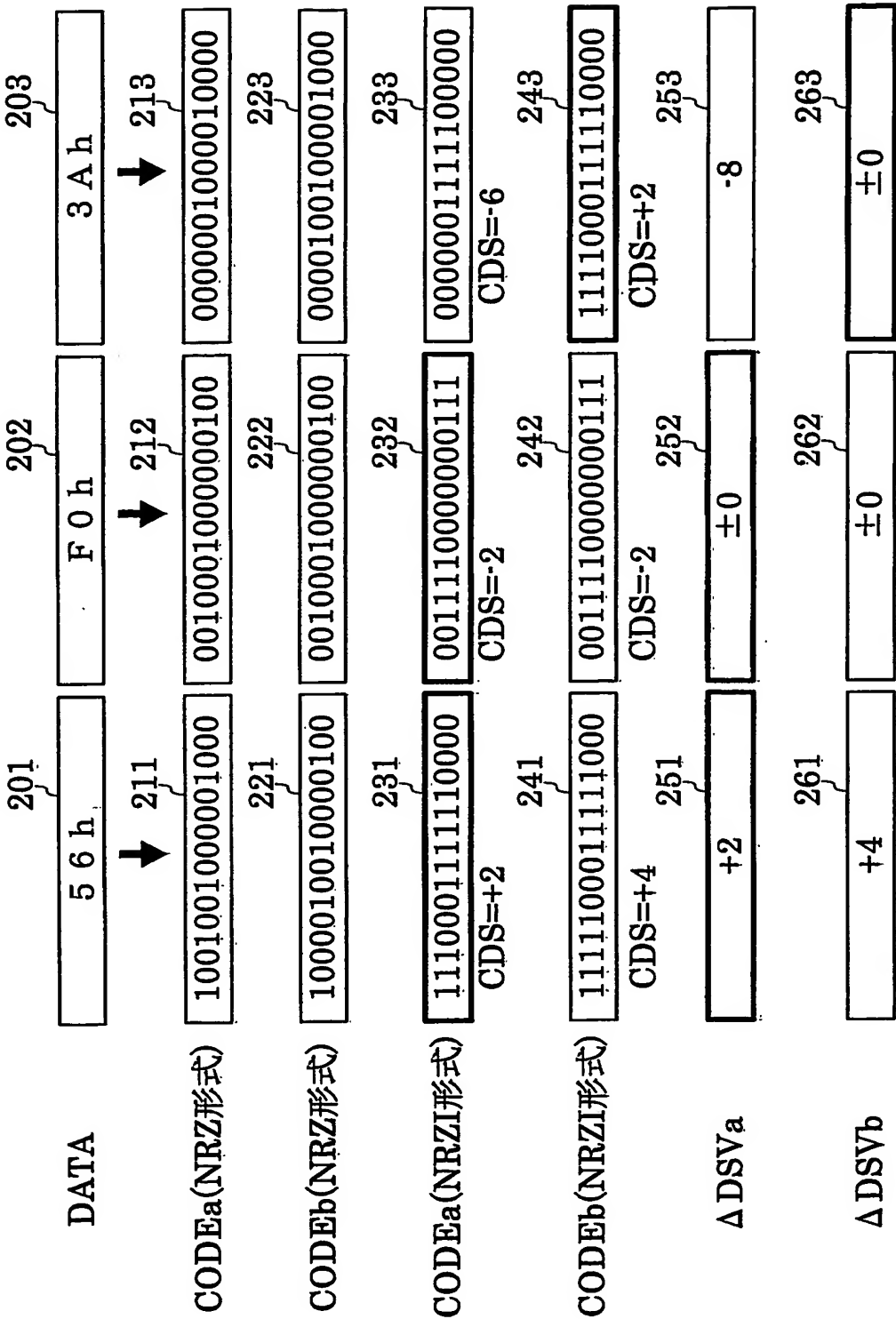


FIG. 5

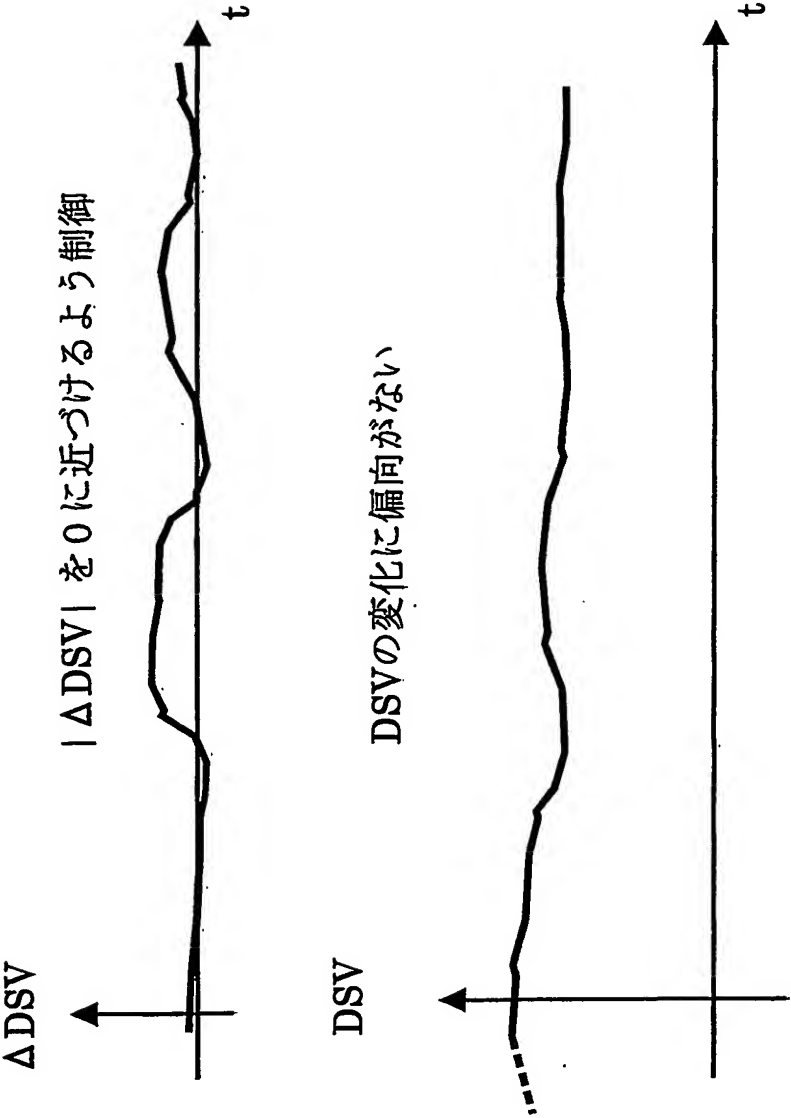
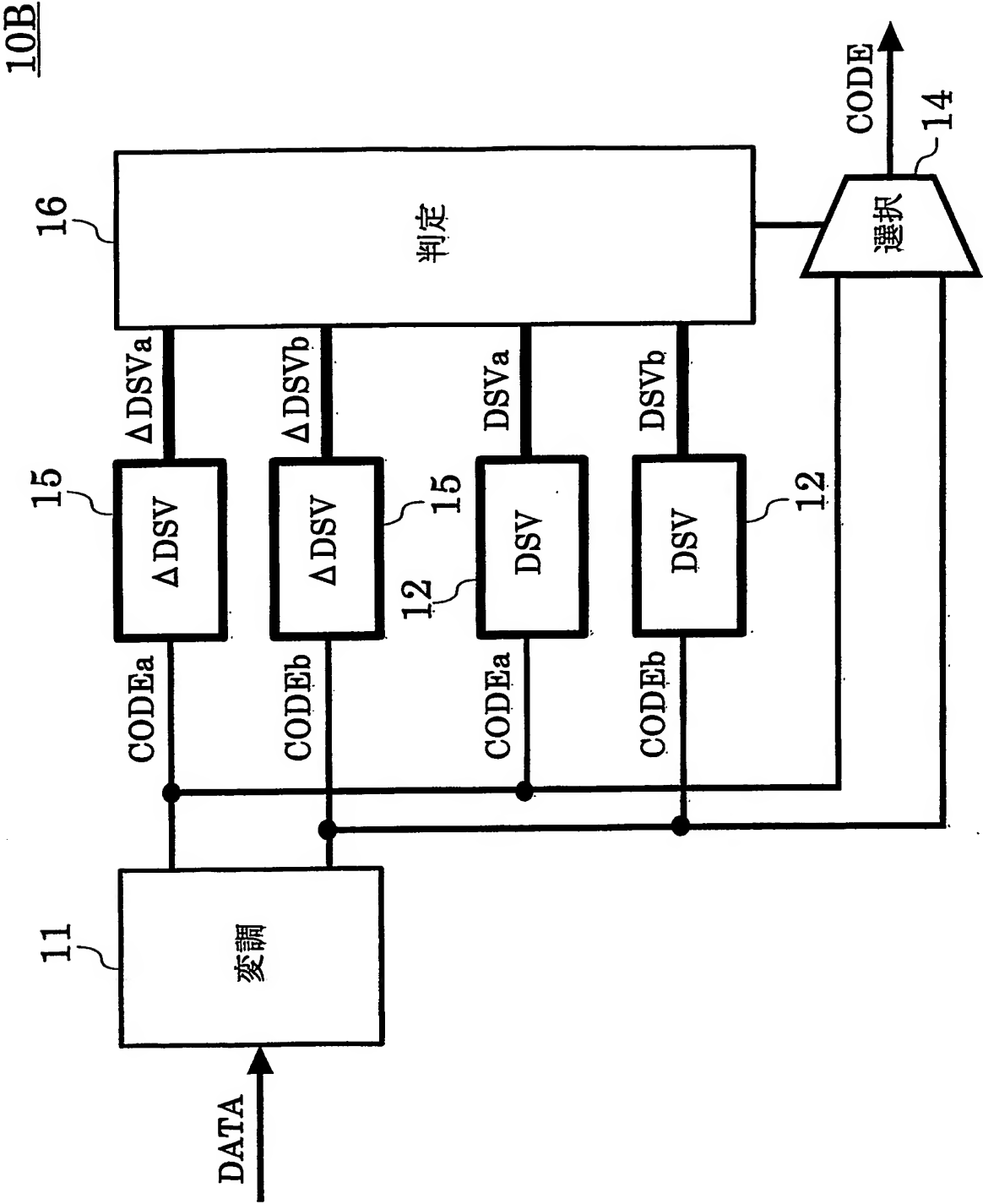


FIG. 6



7/19

FIG. 7

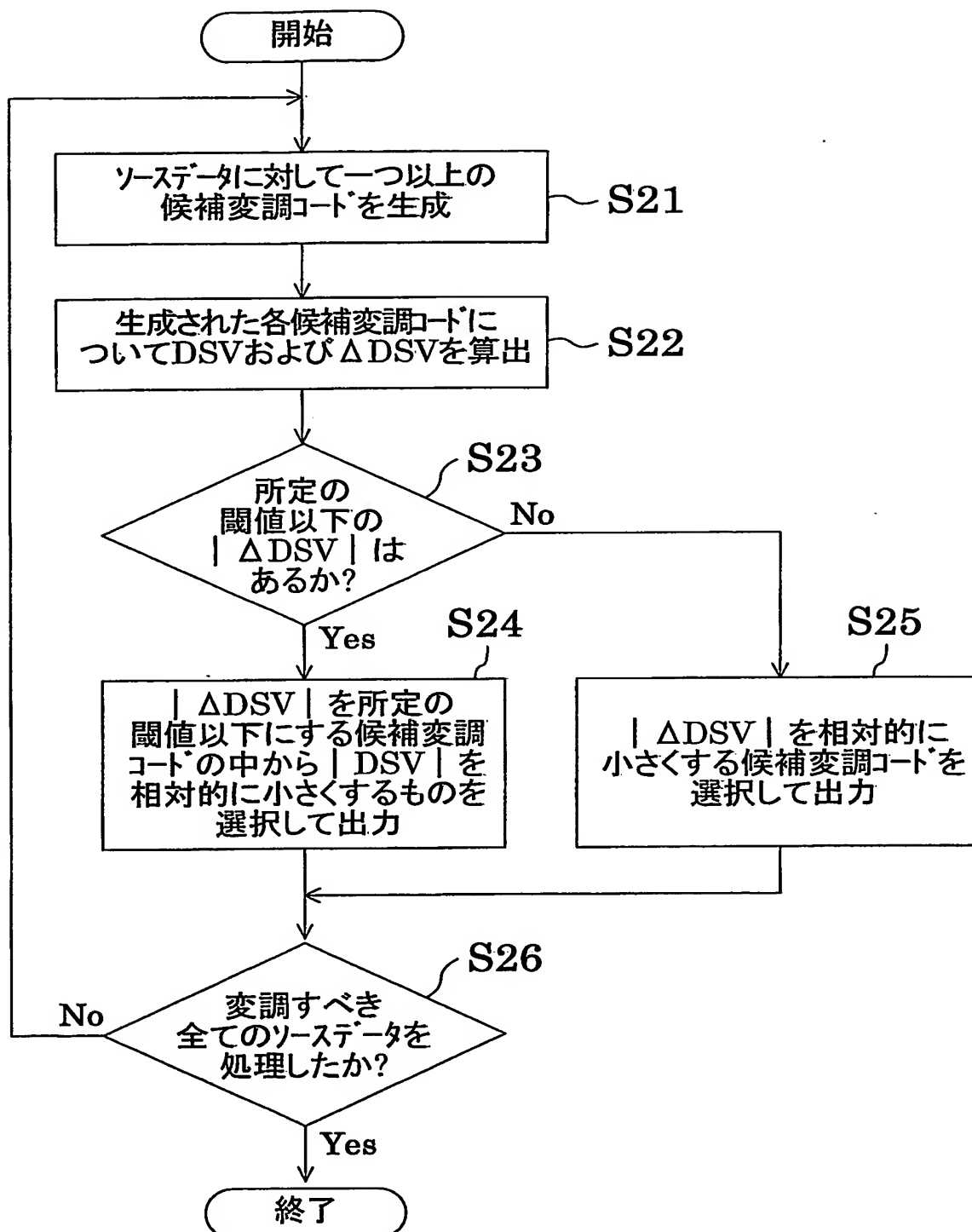
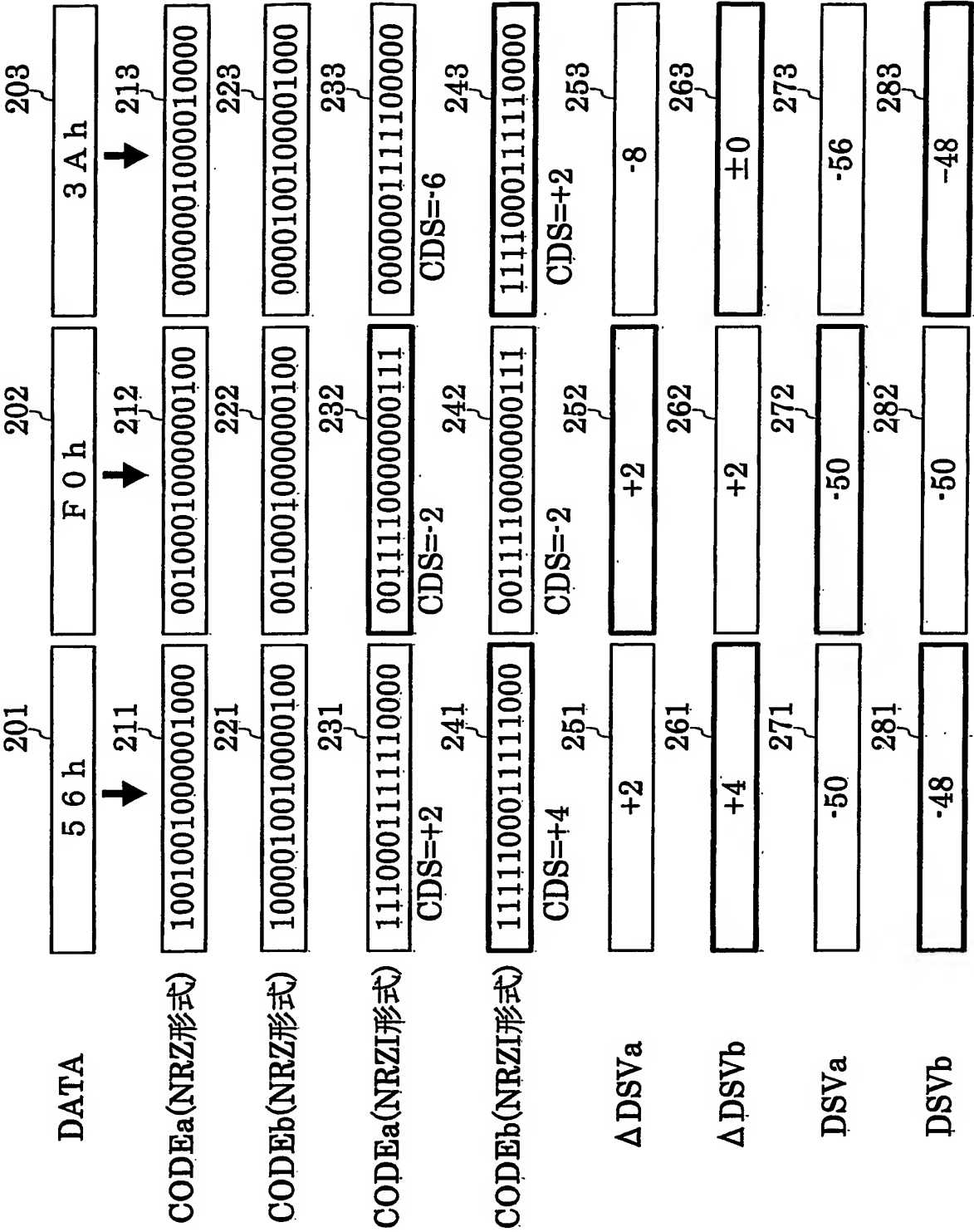
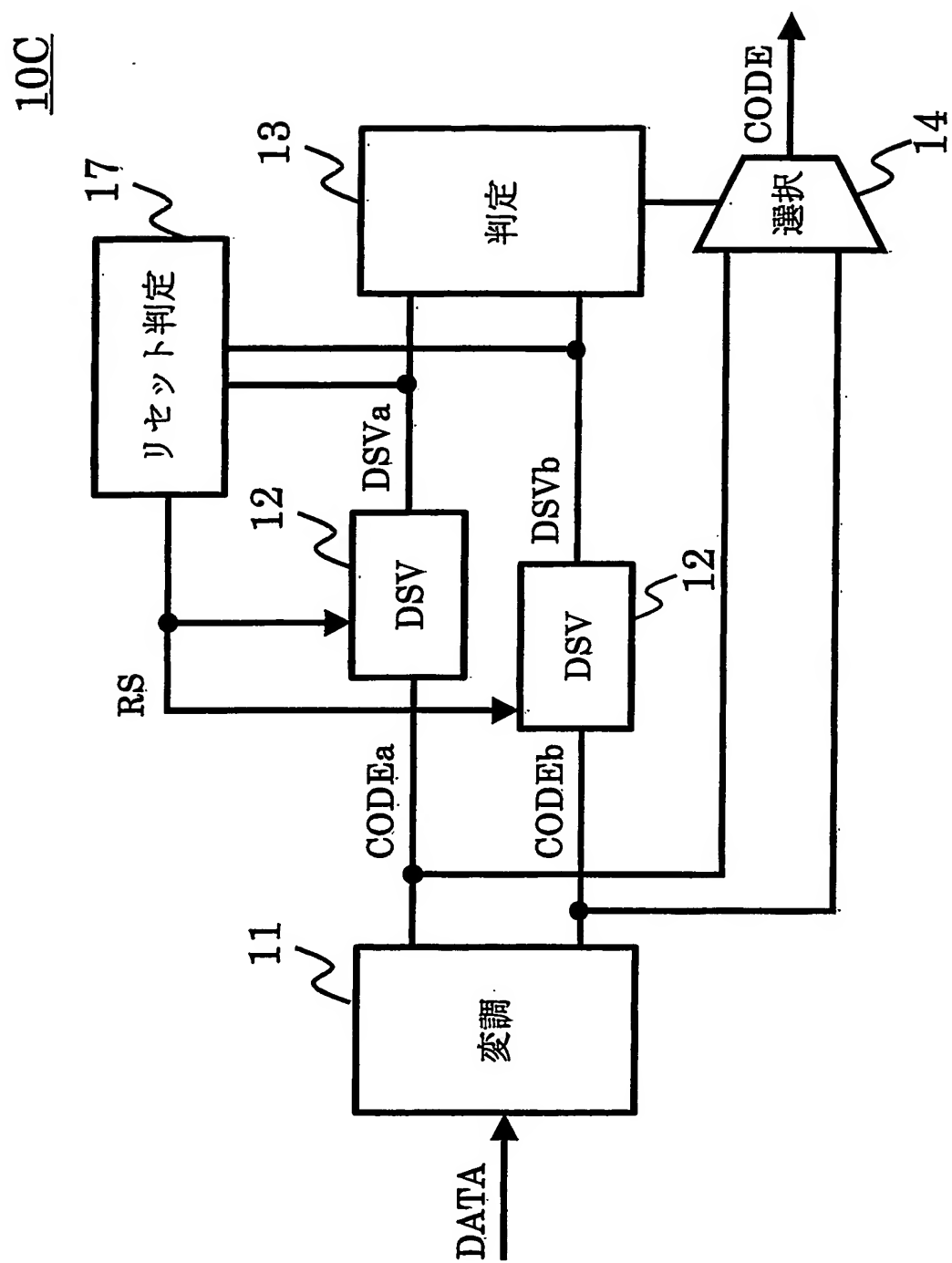


FIG. 8



9/19

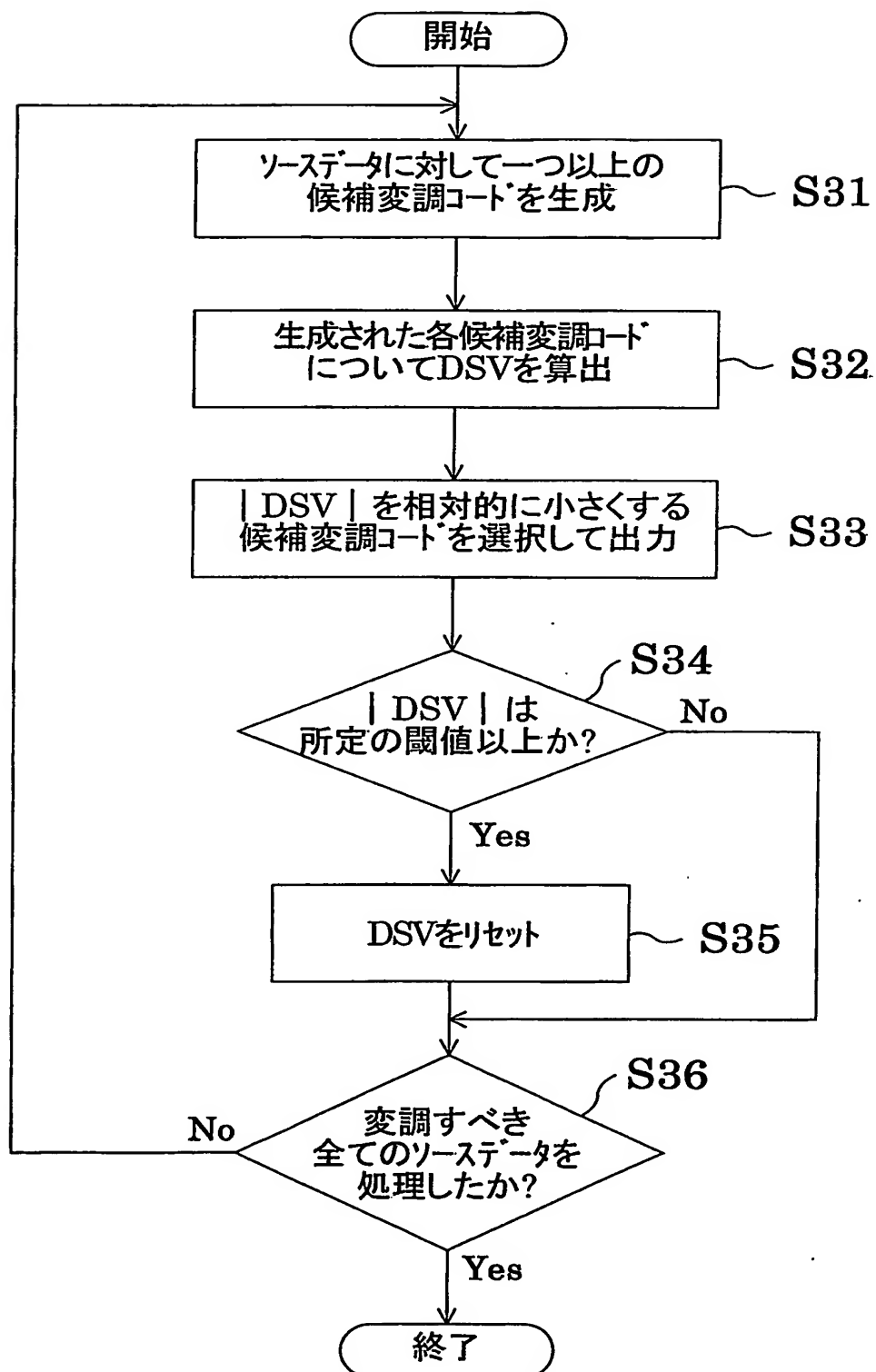
FIG. 9





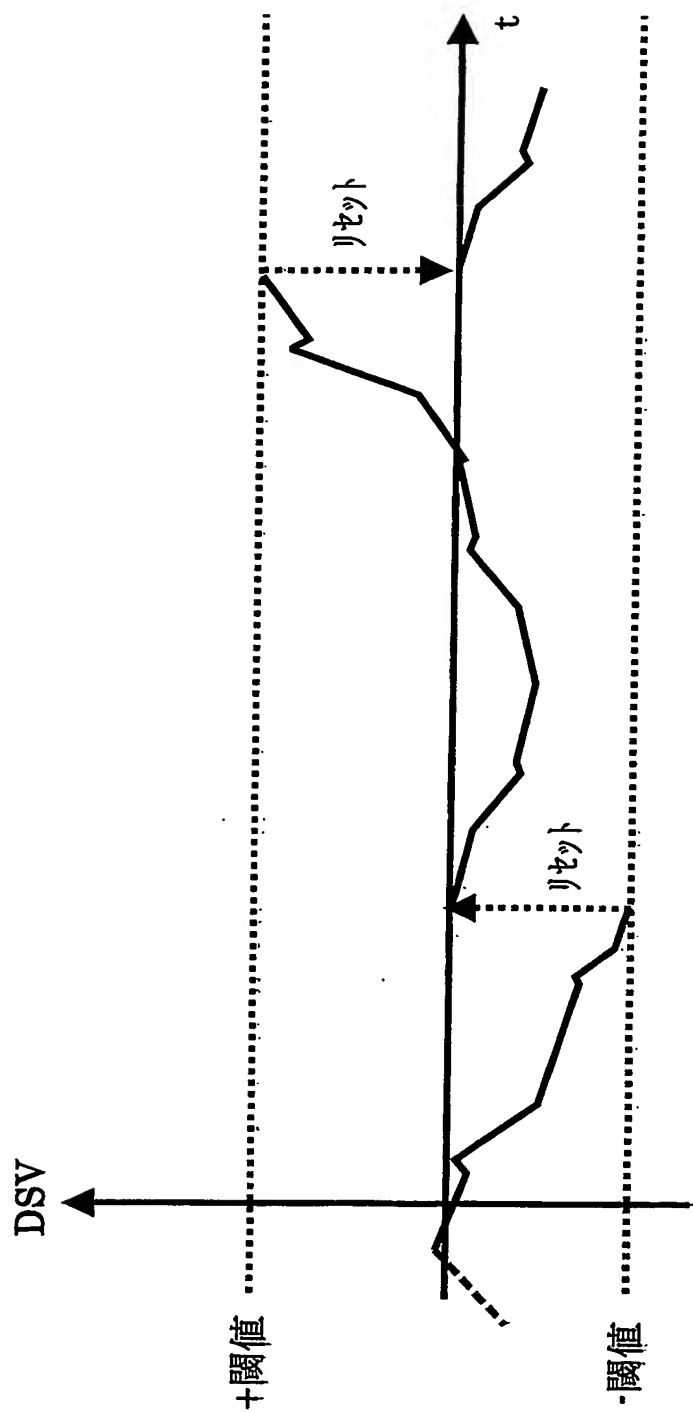
10/19

FIG. 10



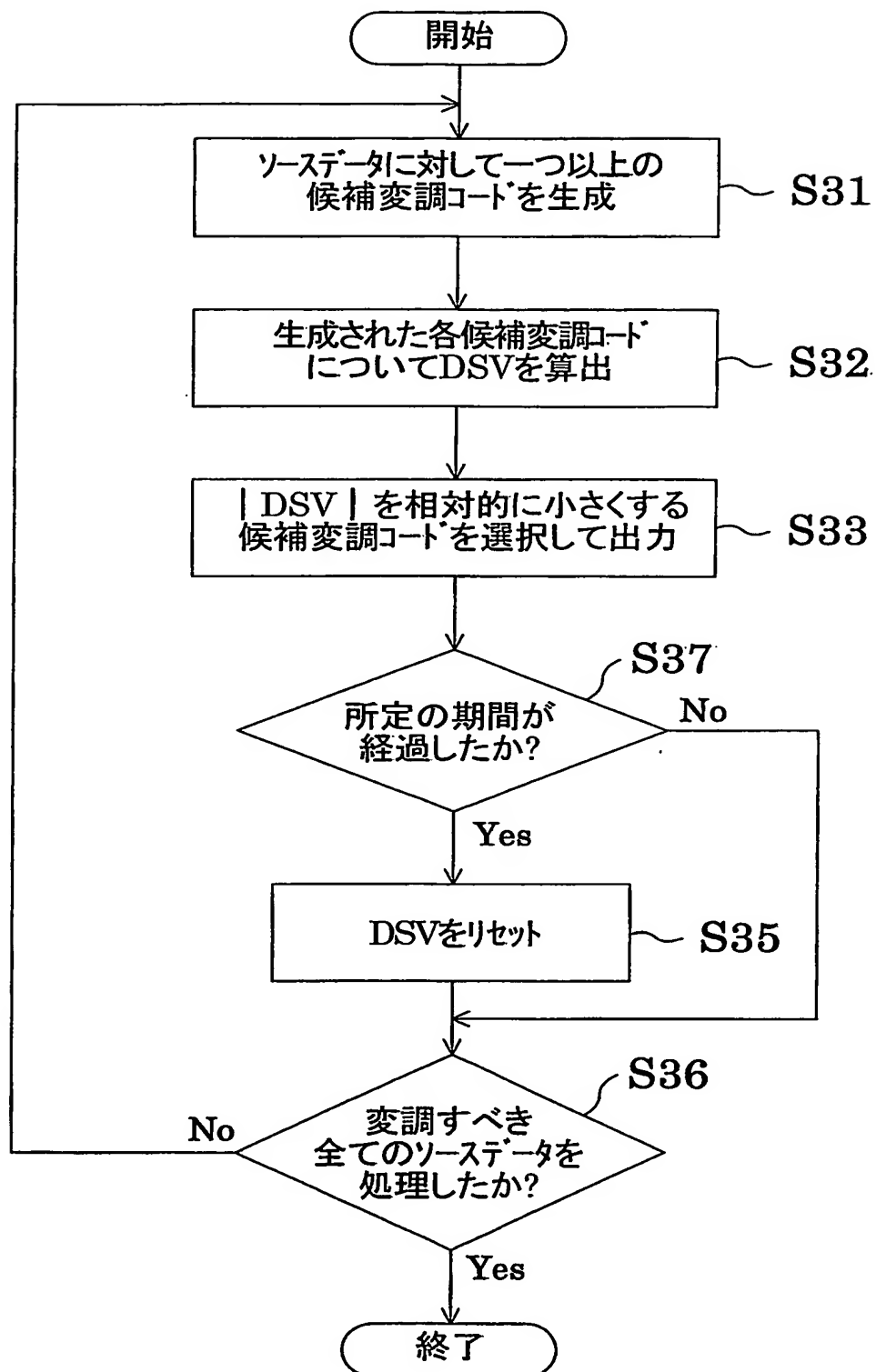
11/19

FIG. 11



12/19

FIG. 12



13/19

FIG. 13

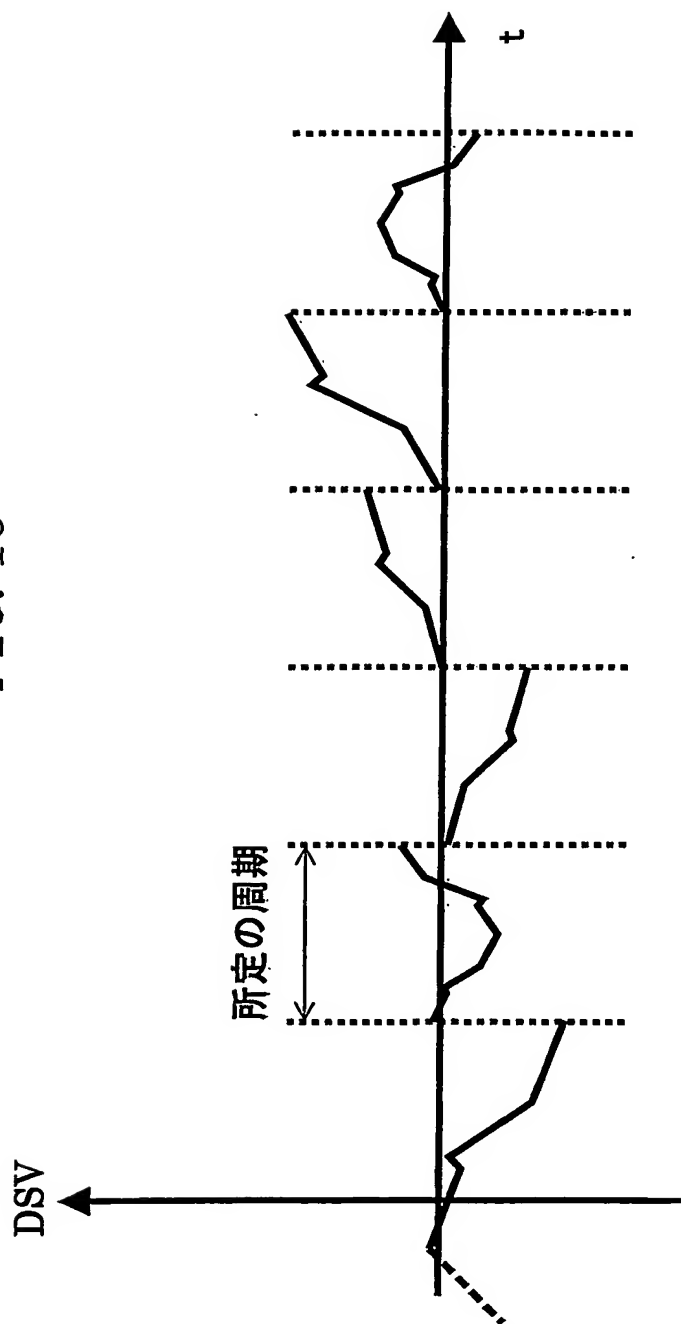


FIG. 14

10D

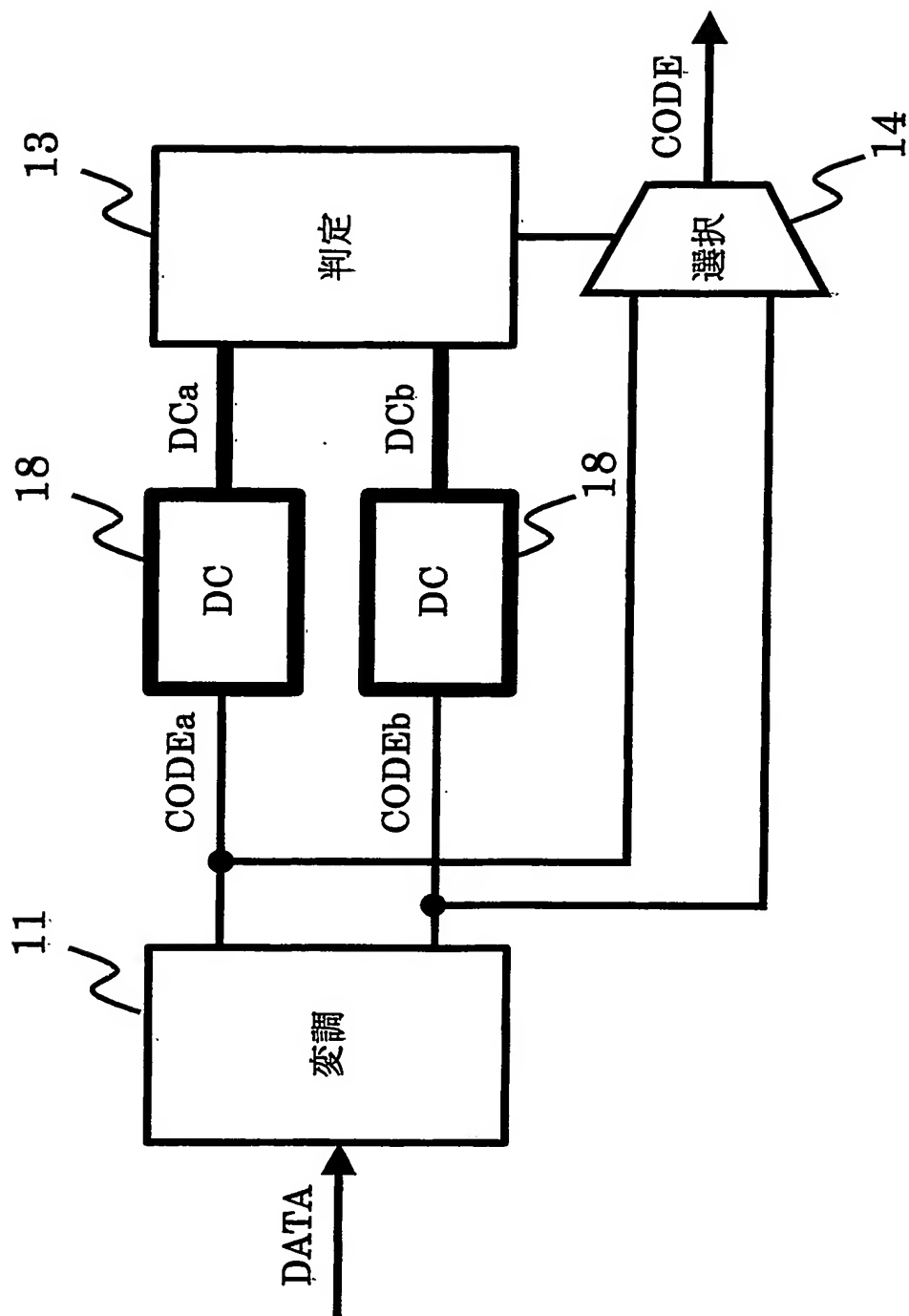
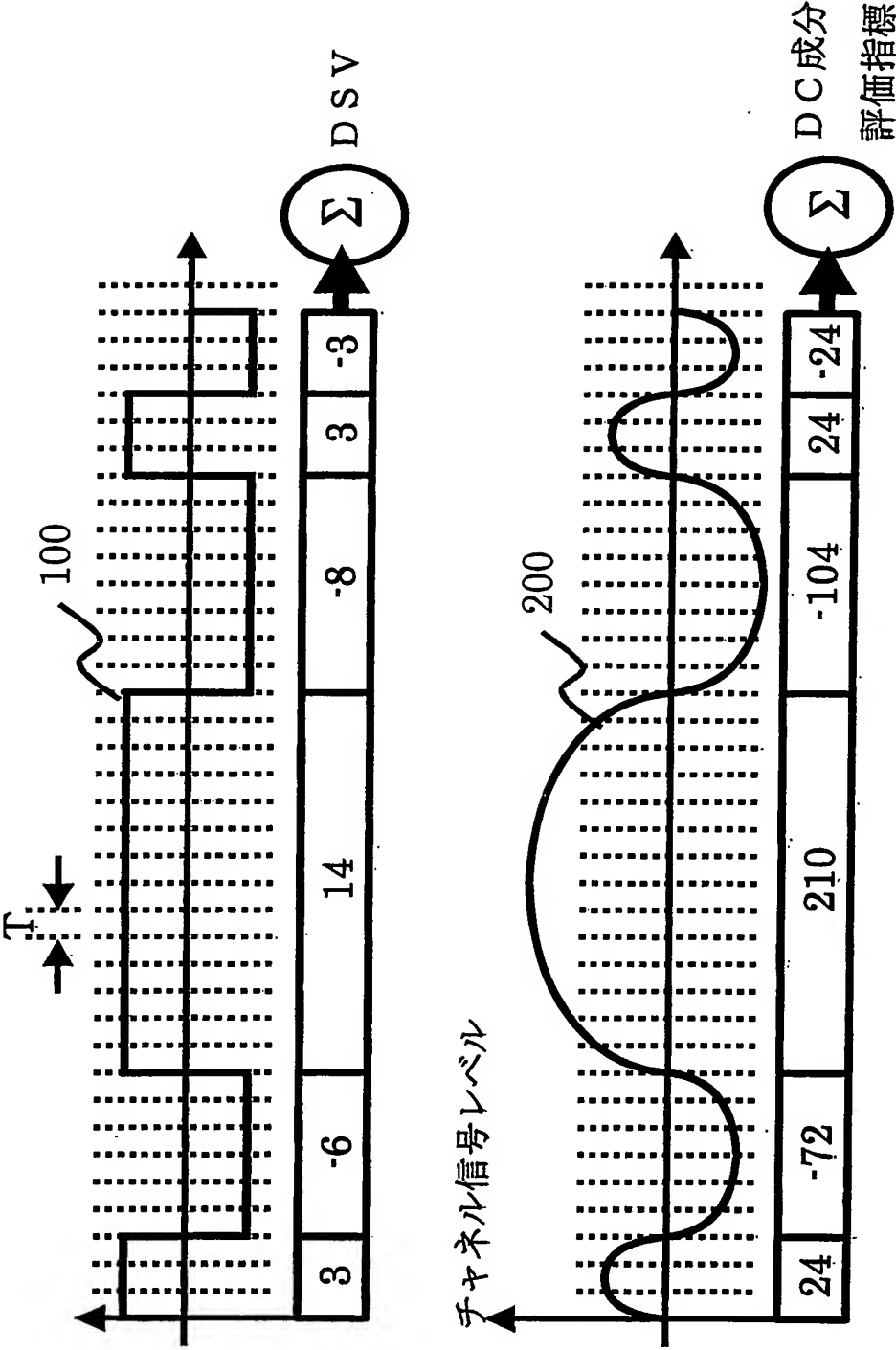


FIG. 15



16/19

FIG. 16

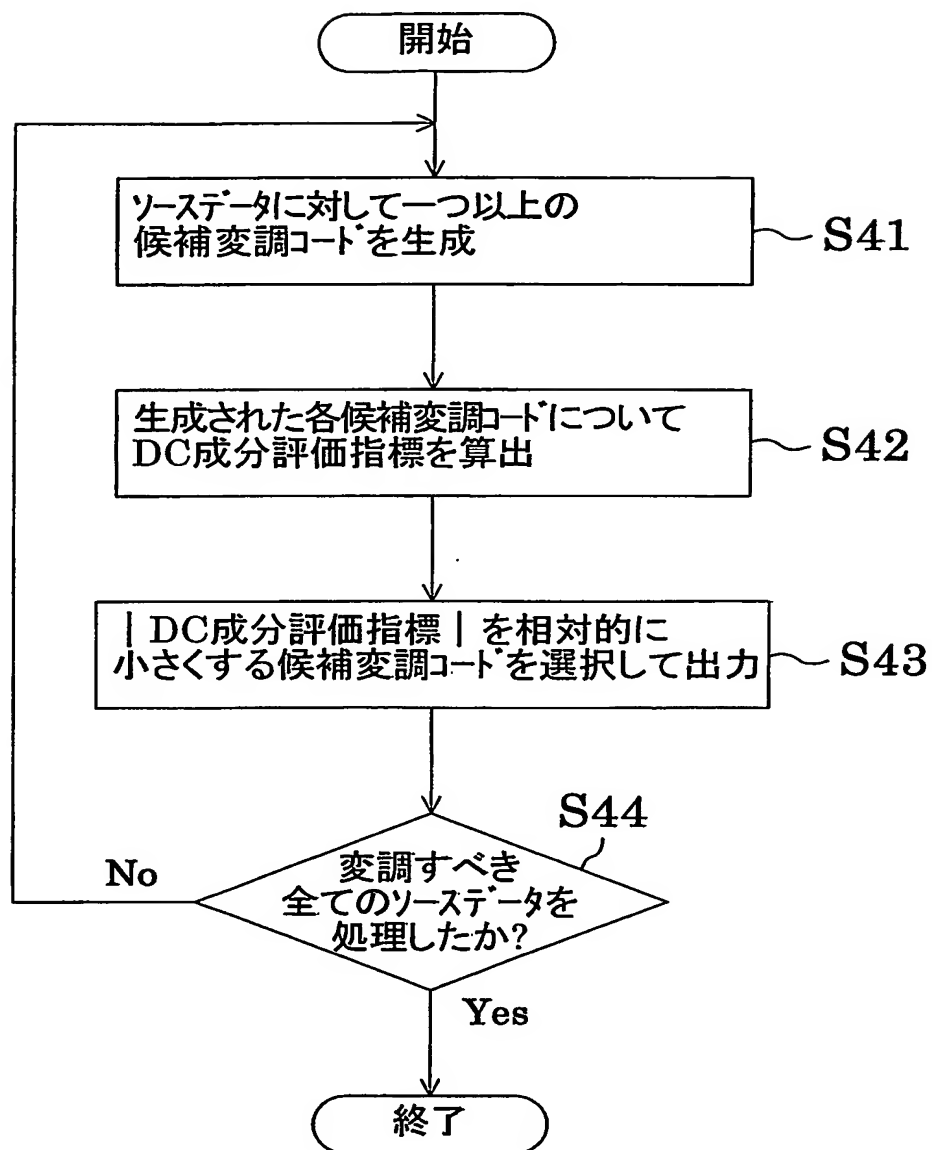
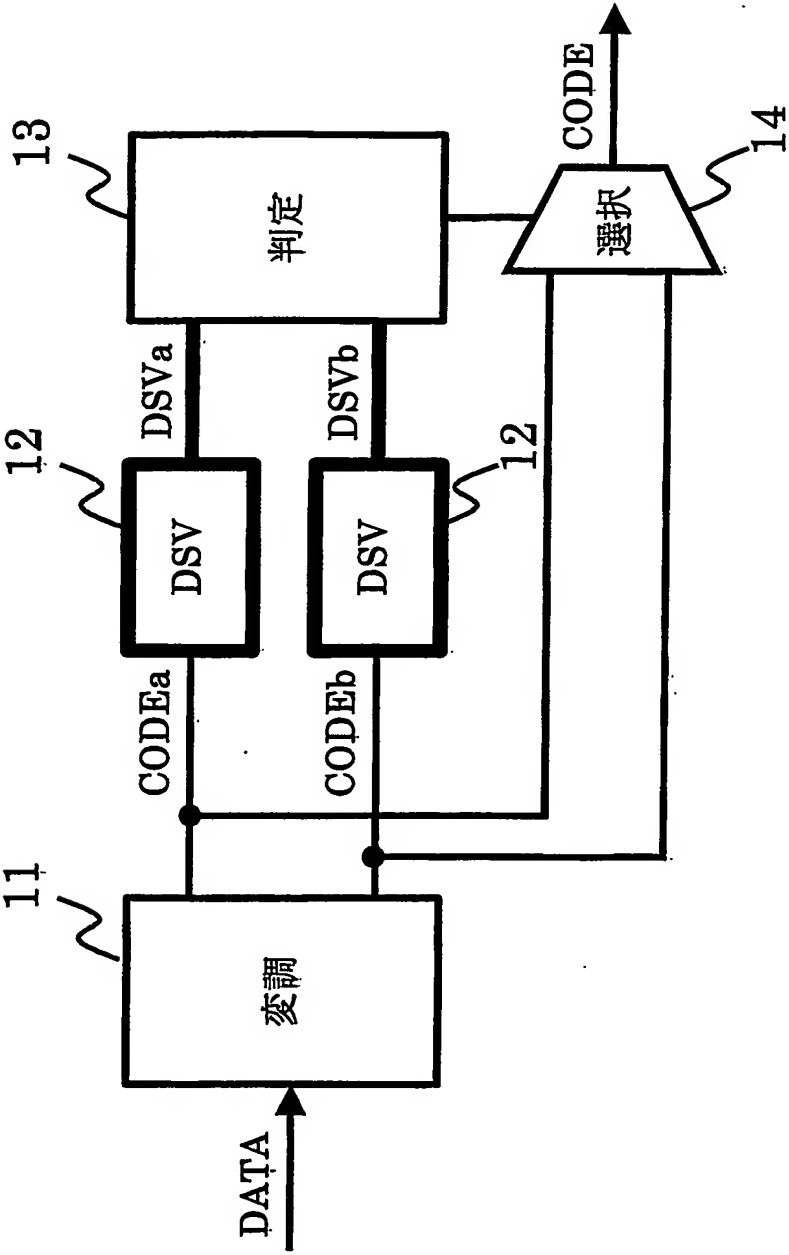


FIG. 17

10





18/19

FIG. 18

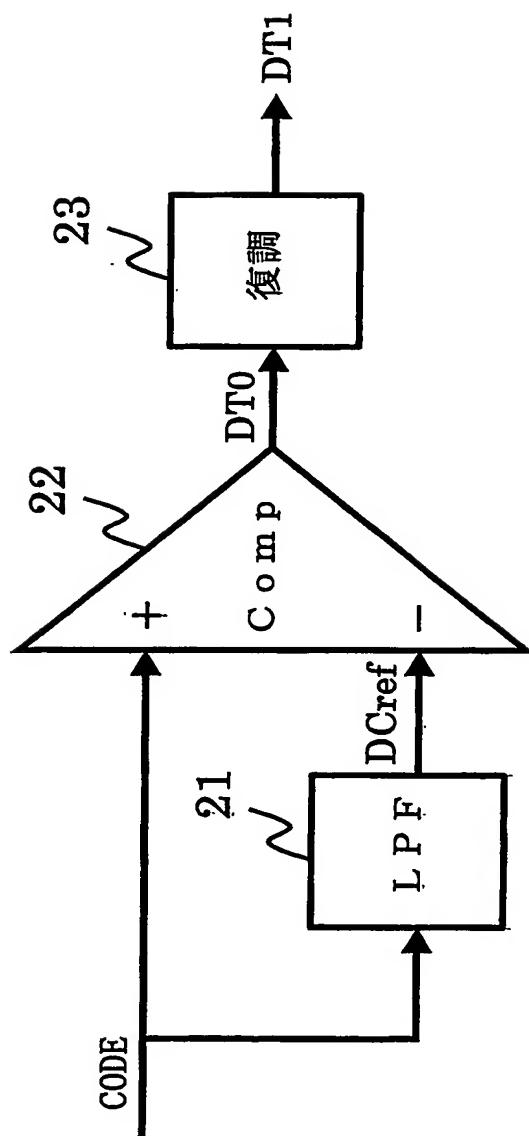
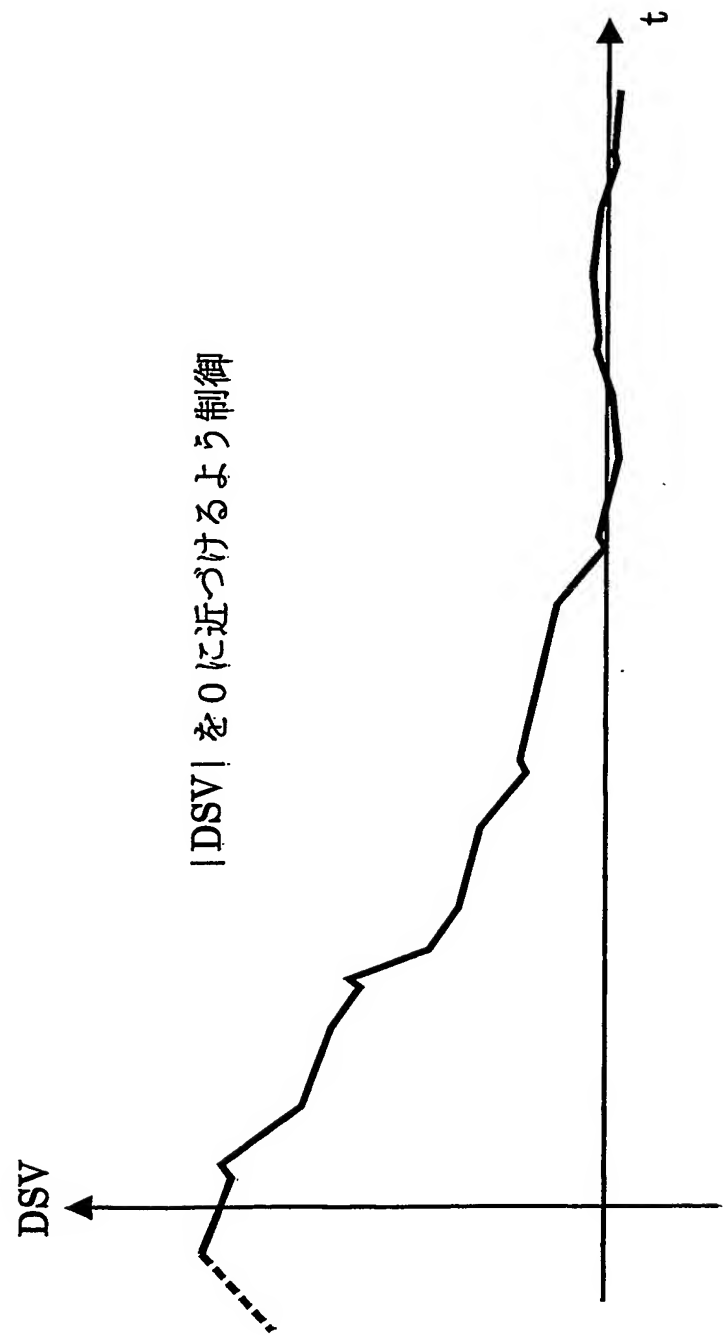


FIG. 19



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003694

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G11B20/14, H03M7/14, H04L25/49

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G11B20/10, G11B20/14, H03M7/14, H04L25/49

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 1-319178 A (Sony Corp.), 25 December, 1989 (25.12.89), Page 7, lower right column, lines 2 to 13 (Family: none)	8, 12-14, 20
A	JP 10-144007 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 May, 1998 (29.05.98), Par. Nos. [0074] to [0084] & EP 0822555 A2 & US 5898394 A	1-7, 18-19
A	JP 9-246980 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 19 September, 1997 (19.09.97), Fig. 3 (Family: none)	9-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 June, 2004 (11.06.04)Date of mailing of the international search report  
29 June, 2004 (29.06.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003694

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-134101 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 May, 2000 (12.05.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-21
P,A	JP 2003-168217 A (Sony Corp.), 13 June, 2003 (13.06.03), Par. Nos. [0040] to [0044] (Family: none)	15-17,21

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/003694

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to claims 1-21 relates to selection of a desired modulation code from a plurality of candidate modulation codes so as to suppress the DSV or the DC component.

However, this technical feature is not novel since it is disclosed in document 1. Accordingly, this technical feature makes no contribution over the prior art and cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

(Continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003694

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen.

Document 1: JP 64-005229 A

(NEC Home Electronics Ltd.), 10 January, 1989 (10.01.89)

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B20/14, H03M7/14, H04L25/49

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G11B20/10, G11B20/14, H03M7/14, H04L25/49

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 1-319178 A (ソニー株式会社) 1989. 12. 25, 第7頁右下欄第2行-第13行 (ファミリーなし)	8, 12- 14, 20
A	JP 10-144007 A (松下電器産業株式会社) 1998. 05. 29, 段落番号【0074】-【0084】 & EP 0822555 A2 & US 5898394 A	1-7, 18 -19
A	JP 9-246980 A (三洋電機株式会社) 1997. 09. 19, 第3図 (ファミリーなし)	9-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 06. 2004

国際調査報告の発送日

29. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 大介

5Q

9848

電話番号 03-3581-1101 内線 3590

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2004年1月)



## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-21に共通の事項は、DSVまたは直流成分を抑制するために、複数の候補変調コードの中から所望の変調コードを選択する構成である。

しかし、この構成は文献1に開示されているから新規ではない。したがって、この構成は先行技術の域を出ないから、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴ではない。

PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

文献1: J P 64-005229 A

(日本電気ホームエレクトロニクス株式会社), 1989.01.10

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。